



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
SISTEMA DE POSTGRADO UNIVERSIDAD AGRARIA
DEL ECUADOR

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN SANIDAD VEGETAL

TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO

PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

MAGÍSTER EN SANIDAD VEGETAL

BIOLOGÍA DE *Zelus spp* Y SU IMPORTANCIA RELATIVA EN
LAS REGULACIONES POBLACIONALES DEL
SALTAHOJAS, *Perkinsiella saccharicida*, EN CAÑA DE
AZÚCAR

MANUEL DARÍO GUALLE ALVARADO

GUAYAQUIL – ECUADOR
2022

SISTEMA DE POSTGRADO UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

CERTIFICACIÓN

El suscrito, Docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Director **CERTIFICO QUE:** he revisado el Trabajo de Titulación, denominada: **BIOLOGÍA DE *Zelus spp* Y SU IMPORTANCIA RELATIVA EN LAS REGULACIONES POBLACIONALES DEL SALTAHOJAS, *Perkinsiella saccharicida*, EN CAÑA DE AZÚCAR**, el mismo que ha sido elaborado y presentado por el estudiante, **Ing. MANUEL DARÍO GUALLE ALVARADO**; quien cumple con los requisitos técnicos y legales exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador para este tipo de estudios.

Atentamente,

ING. CÉSAR MORÁN CASTRO, Ph. D.

Guayaquil, 19 de mayo del 2022

**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
SISTEMA DE POSTGRADO UNIVERSIDAD AGRARIA
DEL ECUADOR**

TEMA

**BIOLOGÍA DE *Zelus spp* Y SU IMPORTANCIA RELATIVA EN LAS
REGULACIONES POBLACIONALES DEL SALTAHOJAS, *Perkinsiella
saccharicida*, EN CAÑA DE AZÚCAR**

AUTOR

ING. MANUEL DARÍO GUALLE ALVARADO

TRABAJO DE TITULACIÓN

**APROBADA Y PRESENTADA AL CONSEJO DE POSTGRADO
COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

MAGÍSTER EN SANIDAD VEGETAL

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

**Ing. Colón Cruz Romero, M.Sc
PRESIDENTE**

**Ing. María Cartagena Faytong, M.Sc
EXAMINADOR PRINCIPAL**

**Ing. Luis Tapia Yáñez, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL**

**Ing. César Morán Castro, Ph. D.
EXAMINADOR SUPLENTE**

AGRADECIMIENTO

El autor de este trabajo investigativo expresa su agradecimiento a la Universidad Agraria del Ecuador por darme la oportunidad de poder estudiar la carrera de Maestría en Sanidad Vegetal, así mismo a los docentes y compañeros de clases que brindaron sus conocimientos y su apoyo.

Agradezco de manera sincera al Ing. Jorge Mendoza Mora, Entomólogo del CINCAE, a quien debo gran parte de mi formación como profesional y por haberme impartido sus conocimientos durante todos estos años como jefe y amigo. Por haber tenido la paciencia para guiarme en este tiempo. Le quedo eternamente agradecido.

Al Agr. Alfonso Ayora, por su amistad y brindarme su apoyo incondicional desde el inicio de mi carrera, siempre estando presto en colaborar en cada uno de los trabajos que hemos realizados. A los Ingeniero(a)s Iliana Martínez y Felix Cruz, jefes del área de Entomología de los ingenios AGROAZUCAR y Valdez, respectivamente, por la colaboración en este trabajo de tesis.

Al Dr. Raúl Castillo, Director General del Centro de Investigaciones de la Caña de Azúcar del Ecuador (CINCAE), por las facilidades prestadas en este trabajo de maestría y a cada uno de los técnicos que de una u otra manera ayudaron en la culminación de esta investigación.

DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios porque haberme dado la fortaleza de cumplir una nueva etapa de mi vida, por permitirme tener vida, salud y siempre andar conmigo guiándome en mi camino.

Con gran emoción y felicidad dedico este trabajo de investigación a cada uno de mis seres queridos por ser parte fundamental para conseguir las metas que me propuesto alcanzar. Es para mí de gran importancia poder dedicarles a ellos, que con mucho esfuerzo, esmero y trabajo me lo he ganado.

A mi padre Carlos Gualle, que Dios lo tenga en su gloria. Mi madre Graciela Alvarado que siempre está presente conmigo en las buenas y malas, por enseñarme el respeto, amor, comprensión y brindarme la educación durante esta larga y hermosa carrera. A mis hermanos e hijos

RESPONSABILIDAD

La responsabilidad, derecho de la investigación, resultados, conclusiones y recomendaciones que aparecen en el presente Trabajo de Titulación corresponden exclusivamente al Autor y los derechos académicos otorgados a la Universidad Agraria del Ecuador.

Ing. Manuel Darío Gualle Alvarado

C. I. 0916407158

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en el laboratorio de Entomología del Centro de Investigaciones de la Caña de Azúcar del Ecuador (CINCAE), y en los ingenios San Carlos, Valdez y AGROAZUCAR. El objetivo de este estudio fue determinar la bioecología de la chinche asesina, *Zelus pedestris* (Hemiptera, Reduviidae). una de las especies de insectos depredadoras más importantes del saltahoja de la caña, *Perkinsiella saccharicida* (Hemiptera, Delphacidae). La chinche asesina presenta una metamorfosis gradual o paurometábola que comprende las fases de huevo, ninfa y adulto. El periodo de incubación tuvo una duración de nueve días, con una fertilidad del 98.3%. El periodo ninfal pasa por cinco instares, con una duración total de 47 días, en promedio. El ciclo de vida, desde que es puesto el huevo hasta que se transforma en adulto tiene una duración de 55.7 días, con una variación de 47 a 69 días. La longevidad de la hembra tiene una duración promedio de 32.1 días, con una variación de 20 a 73 días. En lo referente a la capacidad depredadora, en el estado ninfal se determinó un consumo promedio de 184 ninfas y adultos de perkinsiela, con un rango de 139 a 251 presas. En el estado adulto, la hembra consumió un promedio de 229 perkinsielas, con un rango de 113 a 590 presas, estimándose un consumo promedio de 7.1 adultos de perkinsiela/día. Los adultos-hembra son más grandes que los machos, miden en promedio 13.1 ± 0.6 mm de largo, con un rango de 14.3 a 12.3 mm y 2.5 ± 0.3 mm de ancho, con un rango 3.0 a 2.1 mm. El adulto-macho mide un promedio de 10.9 ± 0.1 mm de largo, con una variación de 11.7 a 10.0 mm y 1.8 ± 0.2 mm de ancho, con una variación de 2.1 a 1.1 mm. De manera general, fue evidente la influencia que tiene el depredador *Zelus pedestris* en las regulaciones poblaciones de *P. saccharicida*, ayudado también por la acción de otros enemigos naturales, como *Aprostocetus* sp. (parasitoide y depredador de huevos de perkinsiela), arañas, golondrinas, etc.

Palabras claves: *Zelus pedestris*, *Perkinsiella saccharicida*, Metamorfosis, ciclo de vida, enemigos naturales, depredador.

SUMMARY

The research work was carried out in the laboratory of the Sugarcane Research Center of Ecuador (CINCAE), and in the San Carlos, Valdez and AGROAZUCAR sugar mills. The objective of this study was to determine the bioecology of the assassin bug, *Zelus pedestris* (Hemiptera, Reduviidae), one of the most important predatory insect species of the sugarcane leafhopper, *Perkinsiella saccharicida* (Hemiptera, Delphacidae). The assassin bug exhibits a gradual metamorphosis or paurometabolism comprising the egg, nymph and adult stages. The incubation period lasted nine days, with a fertility of 98.3%. The nymphal period passes through five instars, with a total duration of 47 days, on average. The life cycle, from egg laying to adult transformation, has a duration of 55.7 days, with a variation from 47 to 69 days. Female longevity averages 32.1 days, with a variation of 20 to 73 days. Regarding predatory capacity, in the nymphal stage, an average consumption of 184 nymphs and adults of *perkinsiella* was determined, with a range of 139 to 251 prey. In the adult stage, the female consumed an average of 229 *perkinsiella*, with a range of 113 to 590 prey, estimating an average consumption of 7.1 *perkinsiella* adults/day. Female-adults are larger than males, averaging 13.1 ± 0.6 mm in length, ranging from 14.3 to 12.3 mm, and 2.5 ± 0.3 mm in width, ranging from 3.0 to 2.1 mm. The adult-male averaged 10.9 ± 0.1 mm in length, ranging 11.7 to 10.0 mm and 1.8 ± 0.2 mm in width, ranging 2.1 to 1.1 mm. In general, it was evident the influence of the predator *Zelus pedestris* on *Perkinsiella saccharicida* populations, helped also by the action of other natural enemies, such as *Aprostocetus* sp. (parasitoid and predator of *perkinsiella* eggs), spiders, swallows, etc.

Key words: *Zelus pedestris*, *Perkinsiella saccharicida*, Metamorphosis, life cycle, natural enemies, predator.

:

TABLA DE CONTENIDO

PORTADA.....	i
CERTIFICACIÓN.....	ii
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	iii
AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA	v
RESPONSABILIDAD	vi
RESUMEN	vii
SUMMARY	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
INTRODUCCIÓN	14
PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....	15
JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO	15
DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	16
OBJETIVO PRINCIPAL.....	17
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
HIPÓTESIS.....	17
APORTE TEÓRICO	17
APLICACIÓN PRÁCTICA.....	17
CAPÍTULO 1	18
MARCO TEÓRICO.....	18
1.1 ESTADO DE ARTE.....	18
1.2 BASES CIENTÍFICAS Y TEÓRICAS DE LA TEMÁTICA	21
1.2.1 Taxonomía	21
1.2.2 Origen y distribución	21
1.2.3 Morfología	22
1.2.4 Comportamiento.....	23
1.2.5 Capacidad de presas consumidas.....	24
1.3 MARCO LEGAL.....	25
CAPÍTULO 2	28
ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	28
2.1 MÉTODOS.....	28
2.1.1 Modalidad y Tipo de Investigación.	28

2.2	VARIABLES	28
2.2.1	Variable independiente	28
2.2.2	Variables dependientes	28
2.2.3	Operacionalización de las Variables:	29
2.3.	POBLACIÓN Y MUESTRA	31
2.3.1	Muestras para fase de laboratorio:	31
2.3.2	Muestras para la fase de campo:	31
2.4	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.	31
2.4.1	Establecimiento de un pie de cría	31
2.4.2.	Fase de huevo	32
2.4.2.1.	Periodo de incubación:.....	32
2.4.2.2.	Porcentaje de fertilidad:.....	32
2.4.2.3.	Datos morfométricos:	32
2.4.3.	Periodo ninfal.	32
2.4.3.1.	Número de instar:	32
2.4.3.2.	Duración de cada instar:	32
2.4.3.3.	Duración del periodo ninfal:.....	33
2.4.3.4.	Viabilidad de las ninfas (%):.....	33
2.4.3.5.	Datos morfométricos:	33
2.4.3.6.	Capacidad depredadora:	33
2.4.4.	Fase adulta	33
2.4.4.1.	Periodo de pre-oviposición:	33
2.4.4.2.	Fecundidad y fertilidad:.....	34
2.4.4.3.	Longevidad del adulto:.....	34
2.4.4.4	Datos morfométricos:	34
2.4.4.5	Proporción sexual:.....	34
2.4.5.	Estudios de campo.....	34
2.5	ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA E INFERENCIAL.....	35
2.5.1.	Diseño Experimental.	35
RESULTADOS		36
Estudios de laboratorio		36
Identificación taxonómica.....		36
Ciclo de vida		36

Posturas.....	36
Periodo ninfal.....	40
Primer instar	40
Segundo instar.....	40
Tercer instar.....	40
Cuarto instar	41
Quinto instar.	41
Adultos.....	42
Estudios de campo	45
Comportamiento.....	48
CORRELACIONES.....	48
DISCUSIÓN.....	50
CONCLUSIONES	52
RECOMENDACIONES	53
BIBLIOGRAFÍA.....	54

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. ESTRUCTURAS GENITALES DEL MACHO ZELUS PEDESTRIS FABRICIUS, 1803, PIGÓFORO, VISTA POSTERIOR (A 1) Y LATERAL (A 2); FALO, VISTA DORSAL (B), CINCAE, DICIEMBRE-2021.	36
FIGURA 2. ADULTO HEMBRA DE Z. PEDESTRIS, OVIPOSITANDO EN UN TUBO DE ENSAYO, 2021.....	37
FIGURA 3. PORCENTAJE DE ECLOSIÓN DE LOS HUEVOS DE Z. PEDESTRIS, ENTRE LOS 8 Y 10 DÍAS, QUE DURÓ EL PERIODO DE INCUBACIÓN. CINCAE, 2021.	38
FIGURA 4. ADULTO DE Z. PEDESTRIS, PREDANDO UN ADULTO DE P. SACCHARICIDA.	43
FIGURA 5. ESTADOS DE DESARROLLO DE Z PEDESTRIS.	44
FIGURA 6. FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE ADULTOS Y NINFAS PEQUEÑAS DE PERKINSIELLA SACCHARICIDA Y DEL PREDADOR ZELUS PEDESTRIS, REGISTRADO EN EL LOTE 010805 DEL INGENIO SAN CARLOS, 2021..	46
FIGURA 7. FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE ADULTOS Y NINFAS PEQUEÑAS DE P SACCHARICIDA Y DEL PREDADOR Z PEDESTRIS, REGISTRADO EN EL CANTERO 001-061, DEL INGENIO VALDEZ, 2021.	47
FIGURA 8. FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE NINFAS Y ADULTOS DE P SACCHARICIDA Y DEL PREDADOR Z PEDESTRIS, REGISTRADO EN EL CANTERO COCHANCA Y 110, DEL INGENIO AGROAZUCAR. CINCAE, 2021.	47
FIGURA 9. ADULTO DE Z PEDESTRIS, ALIMENTÁNDOSE DE SU MISMA ESPECIE, COMPORTAMIENTO QUE OCURRE CUANDO ESCASA EL ALIMENTO.	49
FIGURA 10. INSTALACIONES DE CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA CAÑA DE AZÚCAR DEL ECUADOR CINCAE. 2021	61
FIGURA 11. PROCEDIMIENTO COMO SE REALIZA LAS EVALUACIONES EN CAMPO, PARA DETERMINAR LA FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE P SACCHARICIDA Y Z PEDESTRIS. 2021.	61
FIGURA 12. CRÍA DE Z PEDESTRIS, EN BOTELLAS PLÁSTICAS. 2021-2022.	62
FIGURA 13. REVISIÓN DE DATOS TOMADOS SOBRE LA BIOLOGÍA Y FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE Z PEDESTRIS, 2021-2022.	62
FIGURA 14. OBTENCIÓN DE POSTURAS DE Z. PEDESTRIS EN TUBOS DE ENSAYOS, 2021.	63
FIGURA 15. JAULAS USADAS PARA LA CRÍA DE Z PEDESTRIS, IZQUIERDA (HASTA NINFAS DEL 3 ^{ER} INSTAR), DERECHA (4 ^{TO} INSTAR HASTA MUERTE DEL ADULTO), 2021	63
FIGURA 16. JAULA ENTOMOLOGÍA, CON NINFAS Y ADULTOS DE P. SACCHARICIDA, 2021	64
FIGURA 17. REGISTRO DE CAMBIOS DE MUDAS Y CONTEO DEL NÚMERO DE NINFAS Y ADULTOS DE P. SACCHARICIDA, PREDADOS EN CADA ETAPA DE DESARROLLO DE Z. PEDESTRIS,, 2021.	64

ÍNDICE DE TABLA

TABLA 1. DURACIÓN (DÍAS) DEL CICLO DE VIDA DE Z. PEDESTRIS EN CONDICIONES DE LABORATORIO (T.27.1 ± 1.3°C; HR 74.4 ± 5 %).	38
TABLA 2. PORCENTAJE DE FERTILIDAD DE HUEVOS DE Z PEDESTRIS, 2021	39
TABLA 3. DIMENSIONES (MM) DE LOS DIFERENTES ESTADIOS BIOLÓGICOS DE Z PEDESTRIS, EN CONDICIONES DE LABORATORIO.....	39
TABLA 4. FECUNDIDAD DE Z PEDESTRIS. 2021.....	43
TABLA 5. CAPACIDAD PREDADORA DE Z. PEDESTRIS, SOBRE NINFAS Y ADULTOS DE P. SACCHARICIDA EN CONDICIONES DE LABORATORIO. 2021-2022	43
TABLA 6. COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE SPEARMAN, OBTENIDOS DE LOS ANÁLISIS EFECTUADOS ENTRE LAS POBLACIONES DE P. SACCHARICIDA CON LAS POBLACIONES DE Z. PEDESTRIS, POR CADA LOCALIDAD, 2021.	49

TABLA 7. DURACIÓN DEL CICLO DE VIDA (DÍAS) DE Z. PEDESTRIS.	65
TABLA 8. DIMENSIONES (MM) DE LOS HUEVOS DE Z PEDESTRIS, 2021.....	66
TABLA 9. DIMENSIONES (MM) DE LOS DIFERENTES ESTADOS NINFALES DE Z. PEDESTRIS, 2021.	67
TABLA 10. DIMENSIONES (MM) DE ADULTOS MACHOS Y HEMBRAS DE Z PEDESTRIS, 2021.	68
TABLA 11. CAPACIDAD DE PRESAS CONSUMIDAS DE Z. PEDESTRIS, DURANTE EL PERIODO LARVAL EN CONDICIONES DE LABORATORIO, 2021.....	69
TABLA 12. CAPACIDAD DE PRESAS CONSUMIDAS POR Z PEDESTRIS, DURANTE LA FASE ADULTA, EN CONDICIONES DE LABORATORIO, 2021.....	70
TABLA 13. LONGEVIDAD (DÍAS) DE LOS ADULTOS DE Z. PEDESTRIS, EN CONDICIONES DE LABORATORIO (T.27.1 ± 1.3°C; HR 74.4 ± 5 %), 2021.	71
TABLA 14. NÚMERO DE HUEVOS/HEMERA, POR OVIPOSICIÓN Y NÚMERO DE OVIPOSICIONES POR HEMBRA, EN CONDICIONES DE LABORATORIO, 2021.	72
TABLA 15. FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE P. SACCHARICIDA Y SUS ENEMIGOS NATURALES, EN CONDICIONES DE CAMPO. LOTE 010805, VARIEDADES EC-09. INGENIO SAN CARLOS, 2021.	72
TABLA 16. FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE P. SACCHARICIDA Y SUS ENEMIGOS NATURALES, EN CONDICIONES DE CAMPO. CANTERO 01-061. INGENIO VALDEZ, 2021.....	73
TABLA 17. FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE P. SACCHARICIDA Y SUS ENEMIGOS NATURALES. EN CONDICIONES DE CAMPO. CANTERO COCHANCAY110. INGENIO AGROAZUCAR, 2021.	73

INTRODUCCIÓN

En el Ecuador se han reportado 39 especies de insectos que causan algún tipo de daño al cultivo de la caña de azúcar, siendo el saltahoja, *Perkinsiella saccharicida*, una de las plagas más importantes. Esta puede provocar graves pérdidas, lográndose estimar una disminución en la producción (toneladas de caña por hectárea) de hasta un 36 %, sin afectar el contenido de sacarosa (Mendoza, 2013).

Esta plaga tiene un comportamiento irregular, es decir puede atacar en cualquier edad del cultivo y época de año. Su presencia es más evidente en los primeros meses de la zafra, donde se pueden observar migraciones de adultos del saltahoja hacia la caña pequeña (caña planta y soca). Estas poblaciones provienen de la caña madura, que al ser cosechada quedan sin refugio y buscan nuevos sitios de alimentación y reproducción.

Se han observado varios enemigos naturales que controlan esta plaga, como el parasitoide y predador de huevos *Aprostocetus* (= *Ootetrastichus*) sp; los predadores *Tytthus parviceps*, crisopas, arañas, aves y *Zelus* spp; y los entomopatógenos *Metarhizium anisopliae*, *Hirsutella tompsoni*, *Entomophthora* sp y *Fusarium* sp., entre otros, que en conjunto ayudan a regular las poblaciones de esta plaga (Mendoza, 2018).

Los controladores biológicos tienen varias ventajas en relación a otros métodos de control, estos son pequeños, tienen una vida corta y un alto potencial reproductivo; y lo más importante es que las plagas no desarrollan resistencia a sus enemigos naturales. En la actualidad el uso de agentes biológicos es una herramienta indispensable dentro del manejo de plagas, siendo una de las medidas más utilizadas para mantener a la plaga en niveles que no causen daño económico, conjuntamente con métodos de control físicos y de resistencia de plantas a insectos (Van et al., 2019).

CARACTERIZACIÓN DEL TEMA

La agricultura a nivel mundial tiene el reto de producir más alimentos y ser sostenible con el medio ambiente y la salud de los seres vivos. Los países del primer mundo como los subdesarrollados tienen la obligación de implementar medidas que mejoren la calidad de los alimentos, conservando el medio ambiente y los ecosistemas. El uso irracional de pesticidas puede ocasionar graves perjuicios al medio ambiente, como la contaminación del suelo y agua, y resistencia de las plagas a los insecticidas (Viera-Arroyo et al., 2020).

Un factor importante para que un controlador biológico tenga éxito sobre una plaga, está es su sincronía estacional y su relación entre ellos. Es decir, apenas haga aparición el insecto-plaga, el organismo benéfico ira tras ella. Un ejemplo en nuestro medio es la ocurrencia de migraciones de perkinsiela cada año a inicio de zafra, y después de ella la aparición del *Zelus* spp. Por eso se hace indispensable tener información relevante sobre el tema y tener una mejor comprensión entre la plaga y el organismo controlador.

La importancia del control biológico natural radica en los beneficios que esto implica como la disminución del uso de pesticidas, aumentando la biodiversidad y bajando los costos de producción

PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

Poco conocimiento sobre la relación entre el depredador (*Zelus* spp) y su presa (*Perkinsiella saccharicida*) en términos biológicos, ecológicos y etológicos. Esta información permitirá crear condiciones más favorables para la conservación y aumento de este enemigo natural, y evitar que las poblaciones de la plaga lleguen a causar daños significativos al cultivo de la caña de azúcar.

JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO

Tener información técnico-científico confiable, ya que muchas veces información de otros países no coincide con las realidades de nuestro país. Además, crear conciencia de mantener la fauna benéfica de nuestros cultivos,

porque serán nuestros mejores aliados para el manejo de plagas, lo que a su vez conducirá a un menor uso de pesticidas.

DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Los estudios sobre la biología y capacidad predadora de *Zelus spp*, se llevarán a cabo en el laboratorio e invernaderos del Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador (CINCAE), ubicado en el Km. 49.6 vía Durán-El Triunfo. A 79°26' 83" de longitud oeste y 02°09'23" de latitud sur y 60 m.s.n.m. En condiciones de laboratorio se registraron temperaturas de 27 °C y humedad relativa de 74.1%.^{1/}

Los estudios para determinar la influencia que tiene este predador sobre las poblaciones del saltahojas, se llevaron a cabo en los ingenios San Carlos, Valdez y AGROAZUCAR. El ingenio San Carlos se halla localizado en el cantón Marcelino Maridueña, provincia del Guayas, 79° 25' longitud oeste y 02°17' latitud sur, 35 m.s.n.m., con una precipitación anual de 1708.5 mm y temperatura media anual de 25.8 °C.¹

El ingenio AGROAZUCAR, está ubicado en el cantón La Troncal, perteneciente a la provincia del Cañar, 79°22' longitud oeste y 02°22' latitud sur a 65 m.s.n.m., con una precipitación anual de 1410 mm, temperatura media anual de 25.8° C y humedad relativa de 86.3%. El ingenio Valdez está localizado en el cantón Milagro, provincia del Guayas, a 79°36' longitud oeste y 02°09' latitud sur, y 14 m.s.n.m., con una precipitación anual de 1555 mm, temperatura media anual de 26.3° C y humedad relativa de 92.8 %^{1/}

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

¿Cuál es la biología y la capacidad predadora del *Zelus spp*, sobre *P. saccharicida* en condiciones de laboratorio y su importancia relativa en el control de esta plaga en campo?

¹ Datos meteorológicos, de los últimos cinco años proporcionados por cada ingenio y en CINCAE los datos de temperatura y humedad relativa fueron tomados en condiciones de laboratorio.

OBJETIVO PRINCIPAL

- Determinar la biología y el comportamiento de *Zelus spp*, como parte del manejo integrado de *Perkinsiella saccharicida*, en caña de azúcar.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la biología del *Zelus spp*, en condiciones de laboratorio.
- Evaluar la capacidad predadora del *Zelus spp*, sobre el saltahoja *P. saccharicida*, en condiciones de laboratorio.
- Establecer la influencia que tiene *Zelus spp*, sobre las poblaciones del saltahoja en condiciones de campo.

HIPÓTESIS

El conocimiento de la biología y la capacidad predadora de *Zelus spp*, será parte fundamental para el manejo integrado del saltahoja.

APORTE TEÓRICO

La información técnico-científica que se genere de este estudio será un aporte para nuevos estudios en esta línea de investigación. Demostrar con datos que los organismos benéficos que se desarrollan en campo son parte indispensable en el equilibrio biológico que debe existir en nuestros cultivos.

APLICACIÓN PRÁCTICA

El aporte práctico de este trabajo investigativo se basa fundamentalmente en la información obtenida sobre la biología y la capacidad predadora de *Zelus spp*, sobre *P. saccharicida*. Tener una mejor comprensión de la fauna benéfica en el cultivo de la caña de azúcar. Como también la racionalización del uso de insecticidas, dentro del manejo integrado de plagas.

CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO

1.1 ESTADO DE ARTE.

El periodo ninfal tuvo una duración promedio de 66.24 y 69.04, respectivamente. Entre los adultos machos y hembras criados por la polilla su duración fue de 73.58 ± 2.1 y 80.64 ± 3.4 días, en su orden. Mientras los adultos machos y hembras criadas con *S. litura*, tuvieron una duración de 75.8 ± 2.8 y 85.4 , en su orden. Con respecto al número total de huevos colocados por las hembras criadas con la polilla de arroz tuvo una producción de 256 ± 5.68 huevos y con las criadas con *S. litura*, un total de 340.82 ± 3.56 huevos (Rajan et al., 2017).

El insecto-asesino *Zelus tetracanthus*, pasa por cinco etapas ninfales con una duración de 6.96 ± 0.13 , 5.18 ± 0.13 , 6.94 ± 0.29 , 10.92 ± 0.43 , y 17.93 ± 0.76 días, en su orden. La temperatura en este estudio fue de 22 ± 1.0 °C (Ferguson et al., 2020).

Según Navarrete (2016), se observaron Hemípteros de las familias Reduviidae (*Zelus*) y Pentatomidae (*Podisus*) predando larvas de gusano cogollero. Se intentó criar *Zelus* spp., pero no se logró, a diferencia de *Podisus* spp. Se determinó el ciclo de vida de *Podisus* spp., desde la oviposición hasta la última muda ninfal tuvo una duración de 23.1 días; los adultos vivieron 33.75 días a 26 °C y 80 % HR.

Según Jiménez et al. (2020), para hacer la biología de *Zelus vespiformis* (Hemíptera: Reduviidae) se utilizaron 716 huevos y 23 parejas de adultos (♂: ♀). El ciclo de vida promedio de huevo hasta adulto fue de $112,65 \pm 0,76$ días; el periodo de incubación del huevo fue de $23,22 \pm 0,21$ días; y las ninfas tuvieron una supervivencia del 11,75% hasta el estado adulto. La longevidad de los adultos fue de $25,86 \pm 2,94$ y $30,39 \pm 2,26$ días para hembras y machos, respectivamente. El número medio de huevos por hembra fue de $105,55 \pm 10,75$.

La chinche asesina *Z. tetracanthus*, presenta una metamorfosis incompleta y pasa por las fases de huevo, ninfa y adulto. Las posturas son colocadas en grupos

de 15 o más huevos, son cilíndricos y de color café oscuro con una duración de 9 días, y una viabilidad de 94,5 %. Pasan por cinco etapas ninfales con una duración de 56,6 días. En la etapa adulta la hembra tiene una longevidad de 52,7 días. (Giraldo et al., 2013).

De acuerdo con Murga et al. (2016), reporta la predación de *Apiomerus hirtipes* (Hemiptera: Reduviidae), sobre algunas especies de abejas de la orquídea del género *Euglossa*, (Apidae: Euglossinae). El predador se mantiene en reposo esperando a que su presa se acerque y con movimientos rápidos lo atrapa.

En Chile, se discute la importancia que tiene *Zelus renardii* (Kolenati, 1856) como controlador biológico por su alta adaptabilidad a varios ecosistemas. En vez de ser un organismo benéfico, está ocasionando molestias por su gran abundancia, provocando picaduras dolorosas a las personas. Además, por falta de conocimiento las personas lo confunden con la chinche que provoca la enfermedad del mal de chagas (Faúndez, 2015).

Según Navarrete y Yáñez (2014), en Ecuador se han logrado identificar alrededor de 16 especies dentro del género *Zelus*. Estos son predadores generalistas y pueden alimentarse de pulgones, moscas, larvas de lepidópteros y coleópteros. En caña de azúcar, *Zelus* spp, se lo observa predando adultos y ninfas del Saltahoja. *Perkinsiella saccharicida* (Mendoza, 2021).

En el cultivo del Olivo el uso del predador *Z. renardii*, como agente de control biológico, ha sido muy exitoso. En especial para el manejo de los insectos vectores de una enfermedad provocada por la bacteria *Xylella fastidiosa* (Lahbib, et al., 2022 & Merlo, 2021).

El gusano perforador de la hoja *Bucculatrix thurberiella* es una de las plagas más importantes en el cultivo de algodón, siendo el último estado larval el más perjudicial por su alta voracidad para alimentarse. Entre sus enemigos naturales se encuentra *Zelus nugax*, que es un agente regulador en las poblaciones de esta plaga (Gil y López, 2017).

Un estudio realizado sobre insectos asociados al cultivo de aguaymanto (uvilla) en la comunidad de Cerra Punta-Panamá, se estimó que existen 38 insectos

presentes en ese cultivo de los cuales *Zelus longipes*, *Z. renardii* (Reduviidae) y *Polybia* sp., se destacan como los predadores más importantes (González y Caballero, 2019).

Según Gonzalez et al. (2017), el mayor porcentaje de predadores que se presentan en los cultivos de frejol, trigo y maíz, pertenecen al orden Coleoptera, familia Coccinellidae y al orden Hemiptera, familia Reduviidae, con las especies *Cycloneda sanguinea* Limbifer Casey y *Zelus longipes* Linnaeus, en su orden.

Según Navarrete et al. (2018), al comparar la preferencia que tiene *Z. longipes* (Hemíptera: Reduviidae) sobre el psílido de los cítricos, *Diaphorina citri*, y el parasitoide *Tamarixia radiata*, en condiciones de laboratorio mostraron que *Z. longipes*, puede consumir ambos organismos, sean estas plagas o benéficos.

En el mundo existe una megadiversidad de insectos y estos en su mayoría son fitófagos y predadores. En este estudio se observó la interacción depredador-presa de los chinches asesinos (Hemíptera: Reduviidae). Se encontraron 11 subfamilias, siendo Harpactorinae y Phymatinae las más predominantes. Estos insectos son predadores generalistas, incluyendo abejas e insectos benéficos (Hernández et al., 2019).

Según Bernd y Saraiva (2019), durante los primeros estados ninfales de *Zelus longipes*, se mantienen en grupos posiblemente para protegerse de otros enemigos naturales, pero conforme crecen se individualizan llevando una vida solitaria. En lo referente al comportamiento durante la predación, entre ellos no cooperan al momento de alimentarse al contrario compiten por ello.

De acuerdo a Almestar (2018), en el cultivo de la chíca se puede observar la presencia del chinche *Z. nuxax*, alimentándose de huevos y varios estadios de *Grotis ípsilon*, *Diabrotica decolor*, *Bemisia tabaci*, *Frankliniella* sp., *Empoasca kraemery*, *Euchistus convergens*, y *Nysius simulans* las plagas presentes en ese cultivo.

En Turquía en el cultivo de la col, *Brassica oleracea* L., se registra por primera vez a *Z. renardii* (Kolenati), como un agente potencial para regular las poblaciones de áfidos (Kök et al., 2017). En el 2017, *Z. renardii* fue reportada por

primera vez en publicaciones científicas de ese país (Van, 2017). Para el 2018 se reporta su presencia en el estado de Israel (Van, 2018).

1.2 BASES CIENTÍFICAS Y TEÓRICAS DE LA TEMÁTICA

1.2.1 Taxonomía

Según la página de identificación, imágenes e información de insectos clasifica al predador generalista de la caña de azúcar de la siguiente manera (*Genus Zelus*, 2015):

Phylum:	<u>Arthropoda</u>
Subphylum:	<u>Hexapoda</u>
Clase:	<u>Insecta</u>
Orden:	<u>Hemiptera</u>
Suborden:	<u>Heteroptera</u>
Familia:	<u>Reduviidae</u>
Subfamilia:	<u>Harpactorinae</u>
Tribu:	<u>Harpactorini</u>
Género:	<u>Zelus.</u>

1.2.2 Origen y distribución

La familia Reduviidae, es originario de América y se encuentra ampliamente distribuido desde el sur de Canadá hasta el centro de Argentina (Zhang et al., 2016 y D'hervé et al., 2018). Reduviidae es la familia más grande de heterópteros con 7000 especies descritas en 25 subfamilias (Gil-Santana et al., 2015).

Se reporta por primera vez en Buenos Aires-Argentina, la presencia de tres especies del orden Hemíptera: dos plagas, *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 (Coreidae), plaga de los pinos y *Brachynotocoris puncticornis* Reuter, 1880 (Miridae), plaga del fresno europeo; y, un predador *Zelus renardii* (Kolenati, 1856) (Reduviidae) (Carpintero et al., 2019).

Z. renardi es un insecto nativo de América Central, Sur y Suroeste de Estados Unidos, pero en la última década se ha dispersado en amplias zonas biogeográficas del mundo. En Italia fue reportado por primera vez en Roma y posteriormente en la ciudad de Apulio (Rattu & Dioli, 2020).

En España se reporta por primera vez en el 2012 en la provincia de Cataluña, Castellón, Madrid hasta el norte y Oeste de la Península Ibérica. (Goula et al., 2019 y Lozano et al., 2018). En las Islas Canarias, al sur de la isla de Tenerife, algo más de 1300 km al sur y 1000 km hacia el oeste de la comunidad más cercana, se registró el primer reporte de *Z renardii*. (Baena, M., & Santos, S. 2021).

En Brasil se registra por primera vez a *Z pedestris*, predando moscas de la fruta *Ceratitis capitata*, en arboles de *Citrus sinensis*. En una zona urbana de Pelotas en el Estado de Rio Grande do Sul, Brasil en el año 2020. (García et al., 2021)

1.2.3 Morfología

Según Laitonet et al. (2018), indica que los huevos de *Castolus lineatus* (Hemiptera: Reduviidae) son alargados, de color café con una sustancia mucilaginosa que recubre la masa de huevos. Las ninfas son de color naranja con patas oscuras y conforme cambia de muda, aumenta de tamaño. En el quinto estadio ninfal presenta policromatismo, mostrando dos morfotipos: naranja y rojo.

Los huevos de *Zelus* spp, son puestos sobre las plantas, en los mismos sitios donde viven los adultos, tienen forma variable y son de color marrón oscuro brillante con casquillos blancos y se presentan en grupos apretados en las plantas de algodón. La ninfa se parece al adulto, pero es más pequeña y carece de alas (Texas A&M, 2019).

El sistema reproductor está compuesto por dos testículos, cada uno con siete folículos con quistes en diferentes fases del espermatogénesis, vasos deferentes, vesículas seminales, glándulas accesorias pareadas y lobadas en un ducto eyaculatorio. Cuando los espermatozoides están maduros salen de los testículos agrupados en haces y quedan almacenados en las vesículas seminales. Las glándulas accesorias producen diferentes tipos de secreciones que se unen al

esperma para formar el semen. Los conductos deferentes fluyen hacia un solo conducto eyaculador (Albano et al., 2021).

1.2.4 Comportamiento

Estudios realizados sobre comportamiento al momento de alimentarse de *Z longipes*, se determinó que no existe colaboración grupal al momento de atacar a la presa o a individuos de su misma especie, pero tampoco existe competencia al momento de alimentarse. También se observó que, en relación con los estadios ninfales más grandes, estos se mantuvieron alejados del grupo, a diferencia de los más jóvenes, que se mantuvieron juntos (Bernd y Saraiva, 2019).

De acuerdo con Miranda y Loera (2019), al estudiar la fluctuación poblacional de los enemigos naturales de Trips (Thysanoptera: Thripidae), se observaron varios de ellos tales como: *Chrysoperla rufilabris* Burmeister, *Cycloneda sanguinea* (L.) *Stetorus* sp, *Hippodamia convergens* Guerin-Meneville, *Olla v-nigrum* (Mulsant), arañas y el *Z renardii*. De acuerdo a Dos Santos et al. (2019), existen informes limitados de incidentes causados por insectos Reduviidae no hematófagos en seres humanos. El caso más relevante fue la de un hombre de 47 años picado por *Z Fabricius*. Esta picadura causó dolor agudo, después un edema local y prurito constante por 15 días. Durante las primeras 24 horas el dolor y fiebre fue tratado con analgésicos, a los 21 días las secuelas de la picadura desaparecieron.

En España se reporta varios casos de *Z renardii*, picando a varias personas y describen como un dolor agudo que se prolonga por varios minutos, aunque para algunas personas pueden durar horas. Este insecto puede atacar a cualquier hora del día dentro y fuera de las viviendas. Por lo general son los adultos lo que pican, pero también se registra picaduras de ninfas (Núñez et al., 2021). En caña de azúcar *Zelus* spp, se describe como un depredador generalista, pero con una mayor preferencia a controlar *P saccharicida* (Mendoza, 2018).

1.2.5 Capacidad de presas consumidas

Se registró por primera vez a la chinche, *Bagrada hilaris* (Burmeister, 1835) (Hemiptera: Pentatomidae), en el estado de Guanajuato alimentándose de hojas de maíz *Zea mays* Linneo. Cuando se confinó *Z. longipes* en una jaula entomológica con plantas de maíz infestadas con la chinche *B. hilaris*, consumió en promedio cinco chinches adultas/día (Hernández et al., 2018).

En Tucumán-Argentina indican la presencia de *Zelus obscuridorsis* (Hemiptera: Reduviidae), predando al saltamontes *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) una plaga en el cultivo del maíz. En un estudio con la finalidad de probar su voracidad se ofreció ninfas pequeñas, grandes y adultos de esta plaga durante seis horas, registrando un consumo de 0.5, ninfas pequeñas, 1.2 ninfas grandes y 3.1 adultos (Virla et al., 2015).

La chinche asesina, *Sycanus collaris*, ha demostrado tener un gran potencial como agente biológico. En general, el depredador parecía preferir las presas más grandes a medida que crecían. El experimento de la prueba de elección reveló que las presas más preferidas del segundo, tercer, cuarto y quinto instar eran las larvas pequeñas (55%), las larvas medianas (33%) y las pupas (33%), las larvas grandes (40%) y las larvas medianas (80%), respectivamente. Tanto las hembras como los machos atacaron con mayor frecuencia a las larvas grandes (56% y 44%, respectivamente) (Poopat, y Maneerat, 2021).

Según Sahayaraj y Balasubramanian R. (2016), teniendo en cuenta la importancia del control de plagas, es necesario desarrollar enfoques más respetuosos con el medio ambiente y sostenibles que utilicen agentes de control biológico naturales, como los depredadores de la familia Reduviidae. Estos insectos predadores tienen una amplia dieta, pueden consumir tantos insectos que pueden establecerse y prosperar. Por lo tanto, este puede ayudar a contribuir a la disminución de insectos-plaga. Teniendo en cuentas esas cualidades podría utilizarse como un agente de control biológico dentro del programa de manejo de plagas.

1.3 MARCO LEGAL

TÍTULO III

DEL RÉGIMEN DE SANIDAD VEGETAL

CAPÍTULO I

DE LA PROTECCIÓN FITOSANITARIA

SECCIÓN I DEL CONTROL FITOSANITARIO

Art. 58.- El control fitosanitario. - Para el control fitosanitario de plagas de importancia económica y reglamentada, la Agencia elaborará los procedimientos técnicos y normativos necesarios. En caso de detectarse una nueva plaga para la cual no existieren medidas de control previamente establecidas, se aplicará las medidas disponibles hasta que con base en estudios científicos el REGLAMENTO GENERAL DE LA LEY ORGANICA DE SANIDAD AGROPECUARIA - Página 11 LEXIS FINDER - www.lexis.com.ec establezca la o las medidas específicas a aplicar.

Art. 59.- Clasificación de las plagas. - La clasificación de una plaga presente en el país como plaga reglamentada o de importancia económica se hará con base en la consideración de los siguientes criterios: 1. Diagnóstico de la plaga; 2. Determinación del nivel de daño en el cultivo; 3. Importancia económica del cultivo; y, 4. Delimitación del área afectada. En aquellos casos en que no fuere posible efectuar el diagnóstico de la plaga, la clasificación se realizará con base en los numerales 2, 3 y 4 de este artículo. Para el caso de las plagas cuarentenarias no presentes en el país, la Agencia implementará medidas de prevención con base en el listado de plagas reglamentadas establecido por el sistema de vigilancia.

Art. 60.- Control de plagas reglamentadas o de importancia económica. - Cuando se detecten plagas reglamentadas o de importancia económica que constituyan un riesgo para la producción agrícola, la Agencia establecerá mediante resolución técnica según sea el caso: el control oficial de plagas, campañas fitosanitarias; o, a través de informe técnico recomendará a la Autoridad Agraria Nacional la necesidad de Declaratoria de Emergencia Fitosanitaria.

Art. 61.- Manuales de procedimientos para el control de plagas.- Los manuales de procedimientos para ejecutar el control obligatorio de plagas y las campañas fitosanitarias deberán contener al menos lo siguiente: 1. El área geográfica de aplicación; 2. La plaga objetivo; 3. Las plantas, productos vegetales y otros artículos reglamentados que constituyan vías de dispersión de la plaga objetivo; 4. Las medidas fitosanitarias aplicables; 5. Los requisitos y prohibiciones a verificar; 6. Los procedimientos de verificación e inspección; 7. Los métodos de muestreo y procedimientos de diagnóstico; 8.

La socialización, difusión y capacitación; 9. El plan presupuestal y los indicadores de medición; y, 10. Las demás que establezca la Agencia previa justificación técnica.

Art. 62.- Evaluación del control oficial y campañas fitosanitarias. - El control oficial de plagas y las campañas fitosanitarias deberán evaluarse periódicamente con el fin de analizar y verificar la información recolectada, controlar la consecución de objetivos y determinar si es necesario realizar cambios o dar por concluido el control o la campaña.

Art. 63.- Alcance del control oficial y campañas fitosanitarias.- El control oficial de plagas y las campañas fitosanitarias podrán tener los siguientes alcances: 1. Local, cuando la presencia de la plaga tenga un alcance geográfico en un área determinada que abarque uno o más cantones y/o parroquias; 2. Zonal, cuando la presencia de la plaga tenga un alcance geográfico que abarque una o más provincias; y, 3. Nacional, cuando la presencia de la plaga tenga un alcance geográfico de nivel nacional (Decreto Ejecutivo 919 Registro Oficial Suplemento 91 de 29-nov.-2019)

FUNDAMENTO NORMATIVO

Ley de Productos Orgánicos.

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 07 de febrero del 2006, en donde se establecen entre el ámbito de atribución la de promover y regular los criterios y/o requisitos para la conversión, producción, procesamiento, elaboración, preparación, acondicionamiento, almacenamiento, identificación, empaque, etiquetado, distribución, transporte, comercialización, verificación y certificación de productos producidos orgánicamente.

Acuerdo por el que se da a conocer los Lineamientos para la Operación Orgánica de las Actividades Agropecuarias.

Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 29 de octubre de 2013, en donde se establecen entre el ámbito de atribución la de normar la operación orgánica que desarrollen las personas físicas o morales, en materia agropecuaria; así como los procedimientos para su certificación y reconocimiento y establece el ámbito de aplicación a todas las actividades agropecuarias donde se produzcan productos frescos o vivos, de vegetales o animales y sus productos o subproductos, incluido los materiales de reproducción vegetativa, las semillas, micelios o esporas; los productos de las actividades agropecuarias de procesados o transformados, las levaduras destinadas al procesamiento de alimentos; la producción y comercialización de materiales, sustancias, productos, insumos e ingredientes, previa evaluación positiva a los requisitos y procedimientos, para ser incluidos en la Lista Nacional de permitidos con o sin restricción en la operación orgánica,

así como métodos a introducir en las operaciones orgánicas, y la Lista nacional de materiales, sustancias, productos, insumos, métodos e ingredientes prohibidos.

Acuerdo por el que se da a conocer el Distintivo Nacional de los Productos Orgánicos y se establecen las reglas generales para su uso en el Etiquetado de los Productos Certificados como orgánicos.

Publicado en el diario oficial de la federación el 25 de octubre de 2013, en donde se establecen entre el ámbito de atribución la de dar a conocer y establecer las reglas de uso del Distintivo Nacional de los Productos Orgánicos con las especificaciones, patrones cromáticos y demás características que se precisan en el presente instrumento (SENASICA, 2017).

CAPÍTULO 2

ASPECTOS METODOLÓGICOS

2.1 MÉTODOS.

El presente trabajo de investigación es inductivo-deductivo, está enfocada al nivel de conocimiento de la investigación documental y de campo.

El modelo metodológico será hipotético-deductivo, donde se determinará la información obtenida en bases teóricas para determinar la biología del *Zelus spp.*, y su importancia para el control de *P. saccharicida*.

2.1.1 Modalidad y Tipo de Investigación.

La modalidad empleada será no experimental, cuyos recursos serán los datos primarios recolectados mediante muestreo de las poblaciones de *P. saccharicida* y *Zelus spp.* en campo, y los datos biológicos en laboratorio.

El tipo de investigación empleado será descriptivo, basado en la información científica obtenida para establecer con precisión los aspectos investigados, con la finalidad de completar y enriquecer el conocimiento objeto de este estudio.

2.2 VARIABLES.

221. Variable independiente

- Temperatura y humedad relativa para las condiciones de laboratorio.

222. Variables dependientes

- Duración de los estadios biológicos de *Zelus spp.* y su capacidad depredadora en la etapa de ninfas y adultos, en laboratorio.
- Población de ninfas y adultos de *P. saccharicida* y de *Zelus spp.* en campo.

223. Operacionalización de las Variables:

Matriz de operacionalización de las variables para la fase de laboratorio.

	TIPO DE VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	FUENTE	INSTRUMENTOS
NDEPENDIE	Condiciones ambientales	Se utilizó un higrómetro para medir las temperaturas en condiciones de laboratorio.	Temperatura Humedad relativa	Grados centígrados Porcentual	Triplehorn, & Jhonson, N. (2015)	Al culminar la biología se bajó la información utilizando un programa del mismo higrómetro.
DEPENDIENTE	Los estados biológicos del <i>Zelus.spp</i>	Se determinó el ciclo biológico de <i>Zelus spp</i> y su capacidad predadora en condiciones de laboratorio	Se midió la duración de cada uno de los estados biológicos (huevo, ninfas y adultos) y su viabilidad. Así también las características morfológicas. La capacidad predadora se midió en la fase ninfal y adulta.	Tiempo de las etapas en días. Relativa (porcentual) Forma Color Tamaño (mm) Individuos consumidos.	(Panizzi y Parra, 2009)	Para las mediciones de los diferentes estados biológicos se utilizó una regla incorporada al lente del microscopio. los huevos fueron colocados en tubos de ensayo, mientras que las ninfas y adultos en jaulas entomológicas

Matriz de operacionalización de las variables para la fase de campo.

TIPO DE VARIABLE		DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	FUENTE	INSTRUMENTOS
DEPENDIENTE	Poblaciones de <i>Zelus spp</i> , en campo	Se realizaron evaluaciones quincenales para determinar las poblaciones de <i>Zelus spp</i> .	Población de adultos. Población de ninfas.	Adultos/tallo Ninfas/hoja UHBAT	(Mendoza y Gualle, 2003)	Para la evaluación de las poblaciones se utilizó un formulario y se registrará el número total de adultos y ninfas.
	Poblaciones del saltahoja <i>P saccharicida</i>	Se realizaron evaluaciones quincenales para determinar las poblaciones de adultos y ninfas del saltahoja <i>P saccharicida</i>	Población de adultos. Población de ninfas.	Adultos/tallo. Ninfas/tallo.		Para la evaluación del saltahoja se utilizó un formulario y se registró el número total de adultos de <i>Perkinsiella</i> y las ninfas que se encuentren en la última hoja bajera adherida al tallo (UHBAT)

Se detalla las variables a evaluarse en el ensayo experimental: Elaborado por: Manuel Darío Gualle Alvarado

2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.

2.3.1. Muestras para fase de laboratorio:

Para determinar la biología del *Zelus* spp, se utilizó 50 individuos en la cual se registró la capacidad de consumo y la duración de cada etapa de desarrollo en laboratorio. Para evaluar la capacidad de consumo de este insecto, diariamente se ofreció una cantidad mayor de ninfas y adultos del saltahoja de las que pueda alimentarse. Y la diferencia entre el total de presas ofrecidas y las no predadas nos dará el resultado del consumo diario de *Zelus* spp (Panizzi y Parra 2009).

2.3.2. Muestras para la fase de campo:

Para este estudio se tomó un cantero o lote (caña planta o soca) por cada ingenio. Entre el primer y segundo mes de edad del cultivo, que evidencie la presencia de la plaga indistintamente de la variedad. Las evaluaciones se efectuaron cada 15 días, hasta los cinco meses de edad del cultivo. En cada cantero/lote se tomarán 50 brotes/tallos. Se registrará el número total de adultos de *Perkinsiella* y *Zelus*/tallos, y en la última hoja bajera adherida al tallo (UHBAT) la presencia de ninfas (Mendoza 2003).

2.4 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

Para la investigación del presente trabajo experimental observacional se obtuvo información de libros, revistas científicas, tesis de grado, maestría, doctoral, periódico y guías técnicas. Además, para el desarrollo de tablas y datos obtenidos se empleará los programas Microsoft Excel e InfoStat.

2.4.1 Establecimiento de un pie de cría

Para iniciar los estudios de biología se realizaron recolecciones en el campo de adultos de *Zelus* spp, los cuales fueron acondicionados en tubos de ensayos con tiras de papel para que puedan ovipositar en ellos.

2.4.2. Fase de huevo

Se recolectaron 10 masas de huevos y se acondicionaron en tubos de ensayos. Diariamente se realizaron observaciones y se registraron las siguientes variables:

2.4.2.1. Periodo de incubación:

Se determinó considerando el tiempo desde la oviposición hasta la eclosión de la ninfa.

2.4.2.2. Porcentaje de fertilidad:

Se obtuvo al dividir el número de huevos eclosionados por el número total de huevos observados, multiplicado por cien.

2.4.2.3. Datos morfométricos:

Durante el desarrollo embrionario se realizaron observaciones con el estereomicroscopio para determinar forma, color y tamaño de los huevos.

2.4.3. Periodo ninfal.

Una vez eclosionadas las ninfas de *Zelus* spp, se individualizaron en jaulas entomológicas. Diariamente se realizaron observaciones para determinar las siguientes variables:

2.4.3.1. Número de instar:

Se determinó de acuerdo a los cambios o mudas que se presentan en el periodo ninfal.

2.4.3.2. Duración de cada instar:

Es el tiempo transcurrido entre una muda a otra.

2.4.3.3. Duración del periodo ninfal:

Se refiere al tiempo transcurrido desde la eclosión de la ninfa hasta que se transforma en adulto.

2.4.3.4. Viabilidad de las ninfas (%):

Esta variable se determinó al final del periodo ninfal y se calcula dividiendo el número de ninfas que se transformaron en adultos y el número inicial de ninfas multiplicado por 100.

2.4.3.5. Datos morfométricos:

Con la ayuda del estereomicroscopio se determinó la forma, color y tamaño de los diferentes instares larvales.

2.4.3.6. Capacidad depredadora:

Se determinó el número de ninfas y adultos de *perkinsiella* que fueron predados por *Zelus* spp. en cada estado ninfal.

2.4.4. Fase adulta

Una vez que emergidos los adultos se conformaron parejas y se colocarán en tubos de ensayo con una tira de cartulina en su interior para la oviposición. En esta fase se determinarán los siguientes datos:

2.4.4.1. Periodo de pre-oviposición:

Se considero desde la emergencia de la hembra adulta hasta el inicio de la oviposición.

2.4.4.2. Fecundidad y fertilidad:

Se refiere al número de huevos ovipositados por cada hembra durante su periodo de vida, y la fertilidad se determinará considerando el porcentaje de eclosión.

2.4.4.3. Longevidad del adulto:

Es el tiempo transcurrido desde la emergencia del adulto hasta la muerte del mismo.

2.4.4.4 Datos morfométricos:

Con la ayuda del estereomicroscopio se determinará la forma, tamaño y color de los adultos.

2.4.4.5 Proporción sexual:

Es un índice obtenido entre el número de hembras y el total de hembras y machos, a través de la siguiente fórmula:

$$PS = \frac{N^{\circ} \text{♀}}{N^{\circ} \text{♂} + N^{\circ} \text{♀}}$$

Dónde: $N^{\circ} \text{♀}$ = Número de hembras

$N^{\circ} \text{♂}$ = Número de machos

PS = Proporción sexual

2.4.5. Estudios de campo.

Para evaluar las poblaciones de *Zelus spp*, y su influencia sobre el saltahojas, *P. saccharicida*, se tomaron 50 brotes/tallos por localidad. En cada brote se contó

el número total de adultos de *P. saccharicida* y *Zelus spp.* En el caso de las ninfas se evaluó en la última hoja firmemente adherida al tallo (UHFA)

Esta evaluación se realizó en un cantero/lote infestado con perkinsiela de uno a dos meses de edad, en cada ingenio. Se realizó un muestreo sistemático, para lo cual se dejará un borde de 10 metros (5-6 hileras) y se hará la primera entrada. En esta entrada se tomará el primer brote a los 25 m del borde (30 pasos) y a partir de allí se tomará un brote cada 50 m (60 pasos). Las siguientes entradas se harán cada 50 metros (26-33 hileras) y se continuará con el mismo procedimiento hasta terminar el cantero (Mendoza, 2003).

2.5 ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA E INFERENCIAL.

La evaluación estadística de los datos provenientes de la fase de laboratorio se realizó mediante el análisis de técnicas de estadística descriptiva; tales como: media, rango, varianza, desviación estándar y, correlaciones de Pearson entre la temperatura y las variables cuantitativas evaluadas en las etapas del desarrollo biológico del insecto.

En lo referente a la relación de las poblaciones de *P. saccharicida* y *Zelus spp.* en campo, se obtendrá el coeficiente de correlación de Spearman y su respectivo test de hipótesis; además de valorar la influencia de la localidad con el contraste Chi cuadrado en una tabla de contingencia. Estos análisis se realizarán con Microsoft Excel y la versión estudiantil del software Infostat.

2.5.1. Diseño Experimental.

En este trabajo de investigación no se utilizó ningún diseño experimental clásico. Para el análisis de los datos se hará uso de las técnicas de estadística descriptiva; tales como: media, rango, varianza, desviación estándar y correlaciones.

RESULTADOS

Estudios de laboratorio

Identificación taxonómica

A través de claves taxonómicas publicadas por Zhang et al (2016), utilizando la genitalia de los machos adultos de *Zelus*, se logró determinar que la especie presente en caña de azúcar pertenece a *Zelus pedestris*. Las fotografías del macho de *Z. pedestris* (Figura 1), fueron tomadas por un celular Samsung A 50, adaptada a un estereomicroscopio Motic SMZ-171. Las disecciones de los genitales de los machos se realizaron retirando primero el pigóforo del abdomen con unas pinzas y aclarándolo después en una solución de NaOH al 20 % durante 24 horas.

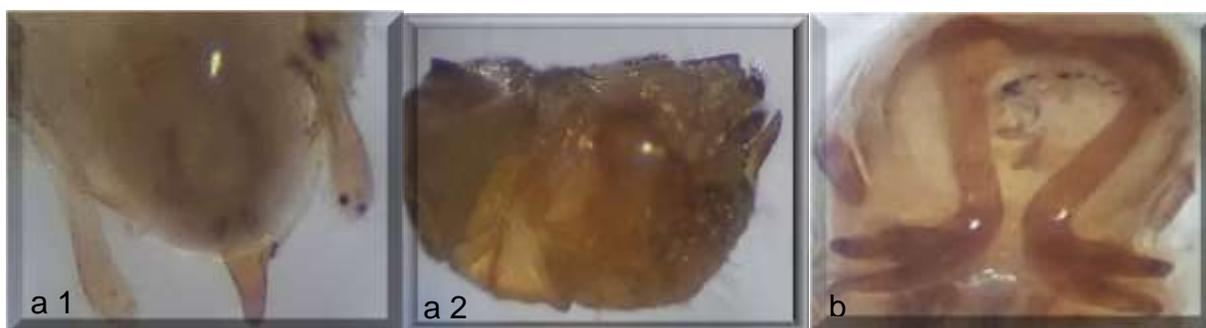


Figura 1. Estructuras genitales del macho *Zelus pedestris* Fabricius, 1803, pigóforo, vista posterior (a 1) y lateral (a 2); Falo, vista dorsal (b), CINCAE, diciembre-2021. Elaborado por: Gualle, 2021

Ciclo de vida

El ciclo de vida de *Z. pedestris*, comprende los estados de huevo, ninfa y adulto. Esta transformación que tiene este insecto se la conoce comúnmente como metamorfosis gradual o hemimetábola. A continuación, se describe el desarrollo de cada uno de estos estados biológicos.

Posturas

Los huevos son colocados en grupos y se encuentran adherido unos a otros por una sustancia pegajosa que segrega la hembra durante la oviposición (Figura 2). Por lo general tienen una forma hexagonal, característico de la familia Reduviidae,

individualmente son de un color marrón y tienen una forma alargada parecido a un barrilito con el opérculo muy visible (Figura 5 b). El periodo de incubación fue de 9,2 días en promedio, con una variación de 8 a 10 días (Tabla 1a). El mayor porcentaje de eclosión (48,9 %) ocurrió a los 9 días y apenas el 7,2 % tardó 8 días (Figura 3).

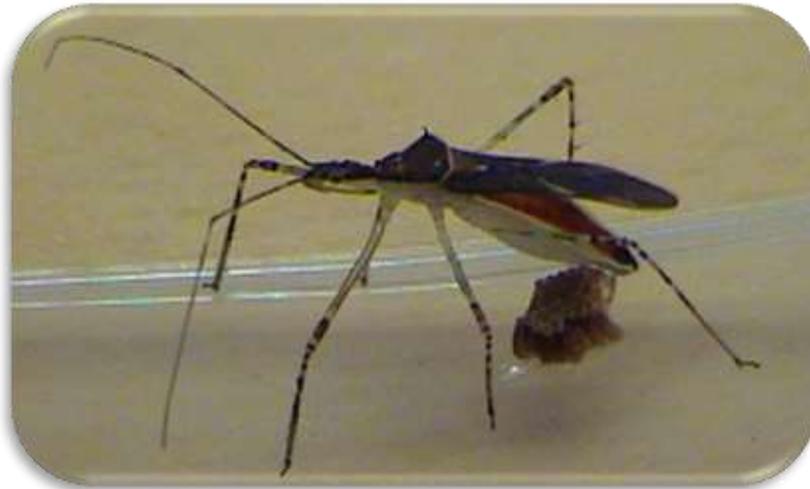


Figura 2. Adulto hembra de *Z. pedestris*, ovipositando en un tubo de ensayo, 2021
Elaborado por: Gualle, 2021

El tamaño del huevo tiene una longitud promedio de 1,36 mm, con un máximo de 1,5 mm y un mínimo de 1,2 mm; el ancho en promedio tiene 0,4 mm, con un máximo de 0,5 y un mínimo de 0,3 mm (Tabla 3 a). Para determinar la fertilidad de las posturas se tomaron 14 oviposiciones que representan 679 huevos, de los cuales eclosionaron 665 que corresponde a un 98,3 % de fertilidad (Tabla 2).

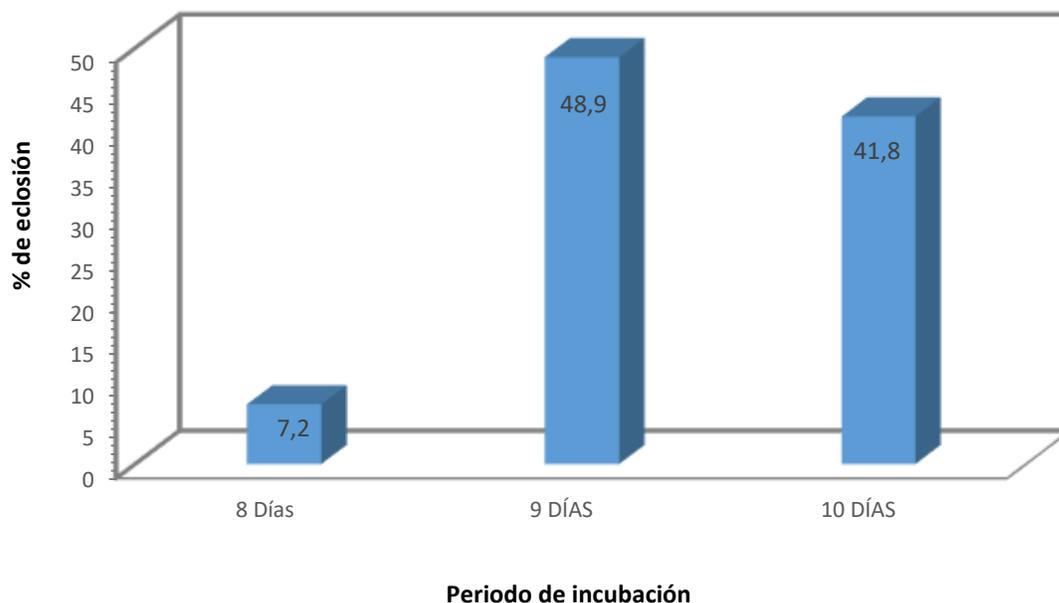


Figura 3. Porcentaje de eclosión de los huevos de *Z. pedestris*, entre los 8 y 10 días, que duró el periodo de incubación. CINCAE, 2021. Elaborado por: Gualle, 2021.

Tabla 1. Duración (días) del ciclo de vida de *Z. pedestris* en condiciones de laboratorio (T.27,1 ± 1,3°C; HR 74,4 ± 5 %).

Estadios biológicos	Máximo	Mínimo	X ± SD
a.- Huevo	10	8	9,2 ± 0,5
b.- Ninfa:			
I	13	7	8,3 ± 1,6
II	16	5	9,6 ± 2,9
III	18	5	9,4 ± 3,4
IV	14	5	9,3 ± 2,3
V	14	7	10,0 ± 2,0
c.- Adulto:			
Macho	115	7	47,9 ± 31,9
Hembra			
Pre-oviposición	23	9	12,8 ± 4,3
Reproductiva	49	5	14,1 ± 12,4
Post-reproductiva	8	0	5,3 ± 2,4
Proporción sexual			0,33
(♀:♂)			(1:2)

Elaborado por: Gualle, 2021

Tabla 2. Porcentaje de fertilidad de huevos de *Z pedestris*, 2021

N° de Huevos Observados	Huevos		% de Fertilidad
	Fértiles	No fértiles	
28	28	0	100,0
59	48	11	81,4
40	40	0	100,0
37	37	0	100,0
38	38	0	100,0
78	78	0	100,0
29	29	0	100,0
48	48	0	100,0
76	76	0	100,0
46	45	1	97,8
46	45	1	97,8
49	49	0	100,0
36	36	0	100,0
69	68	1	98,6
Promedio	48,5	1,0	98,3

Elaborado por: Gualle, 2021

Tabla 3. Dimensiones (mm) de los diferentes estadios biológicos de *Z pedestris*, en condiciones de laboratorio.

Estadio	Longitud			Ancho		
	Máximo	Mínimo	X ± SD	Máximo	Mínimo	X ± SD
a.- Huevo	1,5	1,2	1,4 ± 0,1	0,5	0,3	0,4 ± 0,1
b.- Ninfa:						
I	1,9	1,4	1,6 ± 0,1	0,6	0,3	0,4 ± 0,1
II	3,6	2,6	3,0 ± 0,2	0,9	0,5	0,6 ± 0,1
III	4,6	3,7	4,1 ± 0,2	1,2	0,6	0,8 ± 0,2
IV	7,1	5,8	6,4 ± 0,4	1,2	0,7	1,0 ± 0,1
V	9,7	7,0	8,6 ± 0,9	1,7	0,9	1,3 ± 0,3
c.- Adulto:						
Hembra	14,3	12,3	13,1 ± 0,6	3,0	2,1	2,5 ± 0,3
Macho	11,7	10,0	10,9 ± 0,5	2,1	1,1	1,8 ± 0,2

Elaborado por: Gualle, 2021.

Periodo ninfal.

El periodo ninfal de *Z. pedestris* comprende cinco instares, cuyas características se describen a continuación:

Primer instar

Las ninfas recién nacidas permanecen juntas alrededor de las oviposiciones por un tiempo, para posteriormente dispersarse en busca de alimento. Son de un color naranja claro con las patas ligeramente translucidas, éstas pueden medir en promedio $1,6 \pm 0,1$ mm, con una variación de 1,4 a 1,9 mm; y un ancho promedio de $0,4 \pm 0,1$ mm, con una variación de 0,3 a 0,6 mm (Tabla 3 a).

La duración de este instar fue de $8,3 \pm 1,6$ días, con un rango de 7 a 13 días (Tabla 1 a). En este instar la capacidad predatora fue muy baja, consumiendo un promedio de $2,9 \pm 1,0$ ninfas de perkinsielas pequeñas (1^{er} y 2^{do} instar), con una variación de 2 a 5 ninfas predadas (Tabla 5 a).

Segundo instar

Las ninfas de este instar presentan ojos rojos, cuerpo color naranja, las patas translucidas, pero se puede observar pequeños anillos de color negro que rodean las patas en forma alternada y al final del abdomen un punto de color marrón oscuro. Las ninfas de este instar pueden medir en promedio $3,0 \pm 0,2$ mm de largo, con una variación de 2,6 a 3,6 mm; y un ancho de $0,6 \pm 0,1$ mm, con una variación de 0,5 a 0,9 mm. (Tabla 3b). Tiene una duración promedio de $9,6 \pm 2,9$ días, con un rango de 5 a 16 días. (Tabla 1b). En este instar se registró un promedio de consumo de $13,5 \pm 6,1$ ninfas (2^{do} y 3^{er} instar) de perkinsiela, con un rango de 7 a 31 perkinsielas (Tabla 5 a).

Tercer instar.

Hasta este instar el color naranja predomina por todo el cuerpo del insecto, siendo muy semejante a los instares anteriores. En este instar se comienza apreciar unos pequeños moñones alares de color negro (Figura 5 e). Las ninfas pueden llegar a medir en promedio $4,1 \pm 0,2$ mm de largo, con una variación de 3,7 a 4,6 mm; y un

promedio de $0,8 \pm 0,2$ mm, de ancho con una variación de 0,6 a 1,2 mm, (Tabla 3b). La duración de este instar tiene un promedio de $9,4 \pm 3,4$ días, con un rango de 5 a 18 días (Tabla 1b). Tiene una capacidad de consumo promedia de $36,3 \pm 10,2$ ninfas de perkinsielas (3^{er} y 4^{to} instar), con un rango de 22 a 61 ninfas (Tabla 5a)

Cuarto instar

En este instar las ninfas presentan un ligero color amarillo verdoso en la parte ventral y una franja anaranjada en la parte dorsal, donde es visible una línea roja que separa cada segmento abdominal. La cabeza es alargada con una línea negra al costado de la misma. Los muñones alares anteriores alcanzan hasta el borde posterior del metatórax, al igual que los muñones alares posteriores (Figura 5f). Las ninfas de este instar pueden llegar a medir en promedio de $6,4 \pm 0,4$ mm de largo, con una variación de 7,1 a 5,8 mm; y $1,0 \pm 0,1$ mm de ancho, con una variación de 1,2 a 0,7 mm (Tabla 3b). La duración del cuarto instar tiene un promedio de $9,3 \pm 2,3$ días, con un rango de 14 a 5 días (Tabla 1b). Tiene una capacidad de consumo promedia $54,9 \pm 7,4$ ninfas de perkinsielas (4 y 5 instar), con un rango de 68 a 40 ninfas (Tabla 5a).

Quinto instar.

Las ninfas presentan siete segmentos abdominales con una línea roja que divide cada segmento. La parte dorsal tiene una franja ligeramente anaranjada, y la ventral de un color amarillo hialino. Las patas son largas de color negro, alternando con partes hialinas. Los muñones alares anteriores inician desde el mesotórax y pueden llegar hasta el borde del segundo segmento abdominal; mientras que las posteriores se originan del metatórax y termina en el segundo segmento abdominal al igual que las alas anteriores (Figura 5g). Las ninfas pueden llegar a medir en promedio de $8,6 \pm 0,9$ mm de largo, con una variación de 9,7 a 7,0 mm; y $1,3 \pm 0,3$ mm de ancho, con una variación de 1,7 a 0,9 mm (Tabla 3b). La duración del quinto instar tiene un promedio de $10,0 \pm 2,0$ días, con un rango de 14 a 7 días (Tabla 1b).

La capacidad de depredación del quinto instar fue en promedio de $76,1 \pm 15,2$ ninfas y adultos de perkinsielas, con un rango de 104 a 47. Durante el periodo ninfal

se registró una capacidad de consumo promedio de $183,6 \pm 24,9$ ninfas y adultos de perkinsiela, con un rango de 251 a 139 (Tabla 5 a). La viabilidad durante todo el periodo ninfal fue alrededor del 51.4 %.

Adultos

Este insecto presenta piezas bucales picadoras chupadoras, mismas que se encuentran dirigidas hacia atrás formando un ángulo agudo con respecto al eje del cuerpo, también llamada opistognata. Los adultos poseen alas tipo hemiólitros, es decir que la parte basal tiene una consistencia dura y membranosa hacia su ápice (Figura 5 a). Los adultos-hembra son más grandes que los machos, pueden medir en promedio $13,1 \pm 0,6$ mm de largo, con un rango de 14,3 a 12,3 mm y $2,5 \pm 0,3$ mm de ancho, con un rango 3,0 a 2,1 mm. El adulto-macho puede medir un promedio de $10,9 \pm 0,1$ mm de largo, con una variación de 11,7 a 10,0 mm y $1,8 \pm 0,2$ mm de ancho, con una variación de 2,1 a 1,1 mm. (Tabla 3c).

La longevidad del adulto-hembra tiene una duración promedio de 32,1 días, con una variación de 20 a 73 días, y el adulto-macho una duración de $47,9 \pm 31,9$ con una variación de 7 a 115 días (Tabla 1c). Las hembras tienen una fecundidad promedio de $165,8 \pm 103,4$ huevos, con una variación de 68 a 432 huevos por hembra. Según el número de huevos por postura se estimó un promedio de $36,2 \pm 4,7$ huevos, con una variación de 28 a 44 huevos/postura, y un promedio de 4,2 posturas/hembra. con una variación de 10 a 2 posturas (Tabla 4).

Los adulto-hembra pueden consumir un promedio de 229 adultos de perkinsiela, con un rango de 113 a 590 adultos. El adulto-macho tiene un consumo promedio de 300 adultos, con una variación de 24 a 665 adultos de perkinsiela. Diariamente se estimó un consumo promedio de siete adultos de perkinsiela (Figura 4 y Tabla 5b).

La proporción sexual de adultos de *Zelus* obtenidos en laboratorio fue de 0,33, lo que indica una relación de dos machos por cada hembra. Resultados semejantes a los obtenidos al recolectar adultos en el campo.

Tabla 4. Fecundidad de *Z. pedestris*. 2021

Fecundidad	Máximo	Mínimo	X ± SD
Huevos/hembra	432	68	165,8 ± 103,4
Huevos/oviposición	44	28	36,2 ± 4,7
Oviposiciones/hembra	10	2	4,4 ± 2,3

Elaborado por: Gualle, 2021

Tabla 5. Capacidad predadora de *Z. pedestris*, sobre ninfas y adultos de *P. saccharicida* en condiciones de laboratorio. 2021-2022

Estadio	N° Perkinsielas/consumidas		X ± SD
	Máximo	Mínimo	
a. Ninfa:			
I	5	2	2,9 ± 1,0
II	31	7	13,5 ± 6,1
III	61	22	36,3 ± 10,2
IV	68	40	54,9 ± 7,4
V	104	47	76,1 ± 15,2
Total	251	139	183,6 ± 24,9
b. Adulto:			
Hembra	590	113	228,9 ± 133,3
Macho	655	24	302,9 ± 200,5

Elaborado por: Gualle, 2021



**Figura 4. Adulto de *Z. pedestris*, predando un adulto de *P. saccharicida*.
Elaborado por: Gualle, 2021**



Figura 5. Estados de desarrollo de *Z. pedestris*.
Elaborado por: Gualle, 2021

Estudios de campo

Determinación de la influencia que tiene *Zelus sp.*, sobre las poblaciones de *P. saccharicida* en condiciones de campo.

A inicios del mes de septiembre en el lote 010805 del ingenio San Carlos, a los 2,4 meses de edad del cultivo, se observó una alta migración de adultos de perkinsiela, alcanzando un promedio de 96 adultos/brote, la misma que comenzó a descender hasta alcanzar un promedio de 8 adultos/brote a los 15 días, con una tendencia a desaparecer en las siguientes evaluaciones. Con respecto a las ninfas, a los 15 días de la primera evaluación se registro una poblacion de 19 ninfas pequeñas en la última hoja bajera adherida al tallo (UHBAT), resultado de las oviposiciones dejadas por la migracion de adultos de perkinsiela. Al igual que los adultos en la siguientes semana desaparecieron por completo (Figura 6).

En este periodo de evaluación, el enemigo natural más importante que se observó fue la chinche asesina, *Zelus pedestris*. Al inicio de las evaluaciones se observó un promedio de 2,9 *Zelus*/brote, las mismas que fueron incrementandose hasta alcanzar un promedio de 9,4 *Zelus*/brote, lo que coincide con el descenso de las poblaciones de perkinsiela.

En el ingenio Valdez, cantero 001-061, las evaluaciones se iniciaron el 7 de septiembre 2021, a los 2,3 meses de edad del cultivo, registrándose un promedio de 1,8 adultos/brote; 9,4 ninfas pequeñas/hoja UHBAT y 2,2 *Zelus*/brote. En esta localidad las poblaciones de perkinsiela se mantuvieron bajas durante el periodo de evaluación; sin embargo, el enemigo natural más predominante actuando como depredador fue *Z. pedestris* (Figura 7).

En el ingenio AGROAZUCAR las evaluaciones se iniciaron el 16 de agosto del 2021, en el cantero Conchacay 110, teniendo un mes de edad el cultivo. En la primera evaluación se registró un promedio de 66,5 adultos de perkinsiela y 1,1 *Zelus* por brote, las mismas que decrecieron gradualmente hasta lograr un promedio de un adulto de perkinsiela/brote, a mediados de septiembre. Posteriormente, en octubre se observó

un ligero incremento registrándose un promedio de 4 adultos/brote. En lo referente a las ninfas, a mediados de septiembre ocurrió un pico poblacional de 23,8 ninfas pequeñas/hoja UHBAT, con una tendencia a decrecer en las siguientes evaluaciones. En cuanto a *Zelus* su presencia fue evidente durante todo el periodo de evaluaciones con picos poblacionales de 1,7; 1,5 y 1,3 *Zelus*/brote, que ayudaron a mantener las poblaciones de perkinsielas en niveles bajos (Figura 8).

De manera general, es evidente la acción reguladora del depredador *Z. pedestris* sobre las poblaciones de *P. saccharicida*, ayudado por la acción de otros enemigos naturales, como *Aprostocetus* sp. (parasitoide y depredador de huevos de perkinsiela), arañas, golondrinas, etc.

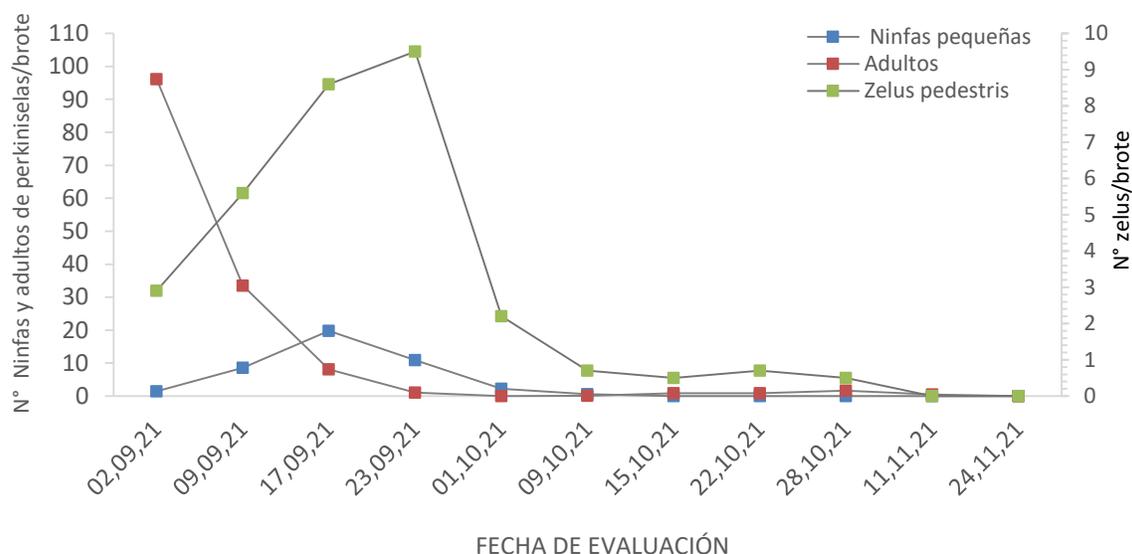


Figura 6. Fluctuación poblacional de adultos y ninfas pequeñas de Perkinsiella saccharicida y del predador Zelus pedestris, registrado en el lote 010805 del ingenio San Carlos, 2021. Elaborado por: Gualle, 2021

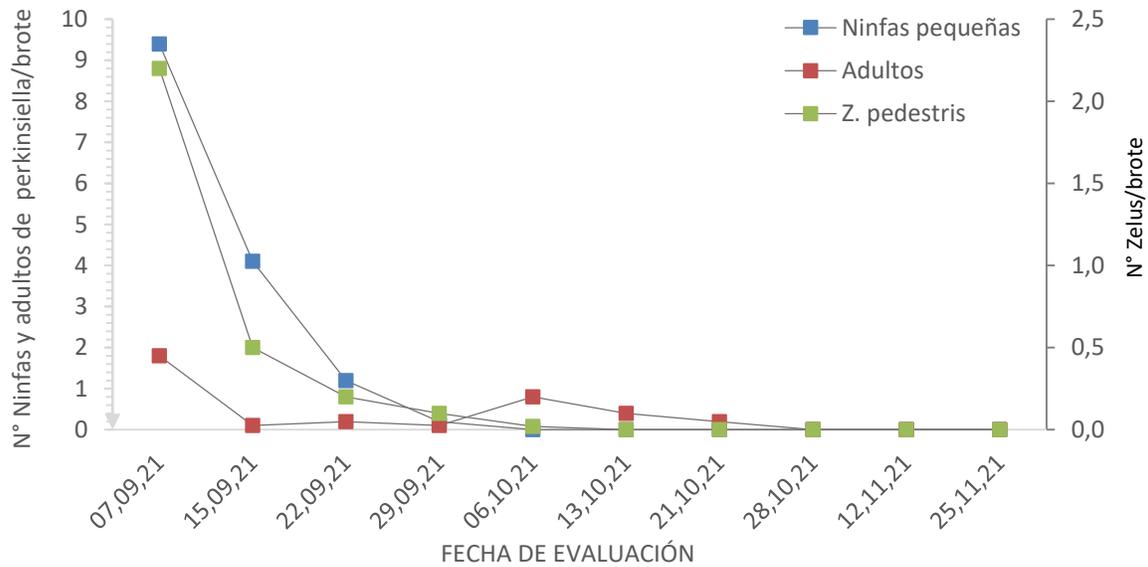


Figura 7. Fluctuación poblacional de adultos y ninfas pequeñas de *P. saccharicida* y del predador *Z. pedestris*, registrado en el cantero 001-061, del ingenio Valdez, 2021. Elaborado por: Gualle, 2021

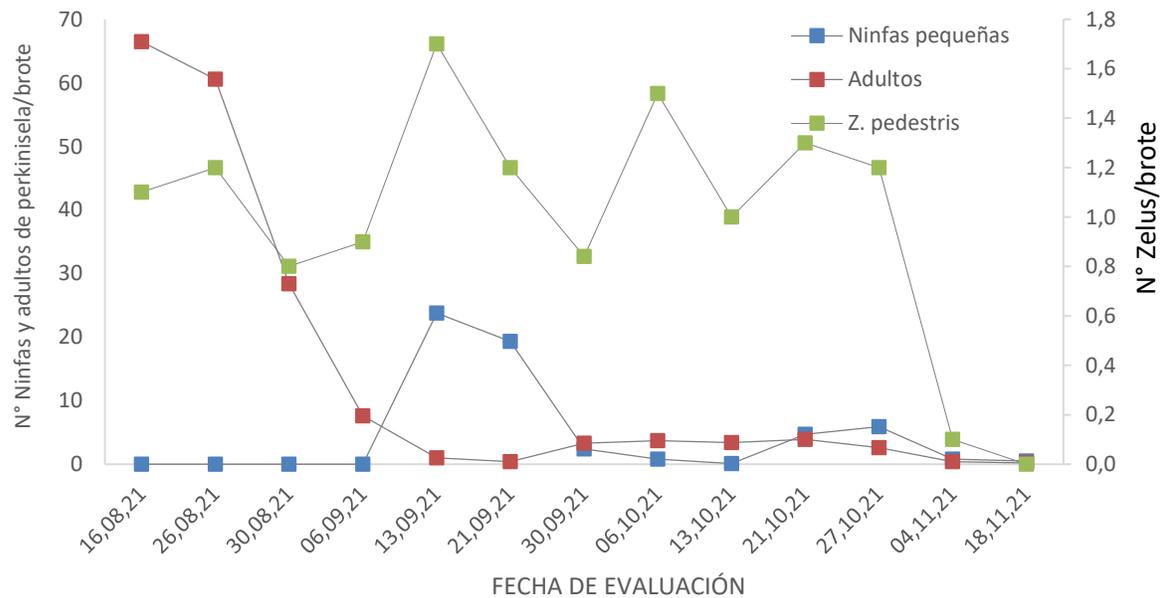


Figura 8. Fluctuación poblacional de ninfas y adultos de *P. saccharicida* y del predador *Z. pedestris*, registrado en el cantero Cochancay 110, del ingenio AGROAZUCAR. CINCAE, 2021. Elaborado por: Gualle, 2021

Comportamiento

Zelus pedestris, al ser un predador generalista se esperaría que se alimentara y desarrolle de cualquier especie de insectos, pero en evaluaciones realizadas en campo y laboratorio demuestran lo contrario. En laboratorio, a las ninfas de *Zelus* se ofreció como alimento áfido blanco, *Melanaphis sacchari*, y áfido amarillo, *Sipha flava*, pero fue muy poco su aceptación y preferencia, no llegando a completar ni la mitad del periodo ninfal. En campo ocurre algo similar, cuando las poblaciones de áfidos comienzan a incrementarse, la presencia de *Zelus* es muy poca o casi nula. Siendo los coccinélidos los enemigos naturales que ayudan a regular las poblaciones de los áfidos.

Cuando las poblaciones de *P. saccharicida* son abundantes, *Z. pedestris* se alimenta de ellas sin atacarse entre sí, conviviendo pacíficamente; pero conforme escasea el alimento comienza a ver canibalismo para sobrevivir. Por lo general son los adultos-hembra los individuos más fuertes y grandes, los que se alimentan de individuos pequeños como ninfas y adultos-machos, comportamiento que se pudo observar en las evaluaciones realizadas en campo (Figura 9)

CORRELACIONES

Los análisis de correlación de Spearman realizados en este trabajo investigativo, nos permitirán explicar el grado de asociación o influencia que tiene el predador *Z. pedestris* sobre las poblaciones del saltahojas, *P. saccharicida*.

Al correlacionar las poblaciones de *P. saccharicida* con las de *Z. pedestris* en el ingenio San Carlos, se determinó una asociación positiva altamente significativa ($p < 0,01$), con un coeficiente de correlación de Spearman de 0,84 **. Al realizar las correlaciones entre las poblaciones de *P. saccharicida* con las de *Z. pedestris* en el ingenio Valdez, se determinó una asociación positiva altamente significativa ($p < 0,01$), con un coeficiente de determinación de 0,80**.

La asociación positiva registrada en los ingenios San Carlos y Valdez, entre las dos variables en estudio, nos indica que ambas se mueven en la misma dirección. Es

decir a medida que las poblaciones de perkinsiela se incrementan las de *Zelus* tambien lo hacen y viceversa (Tabla 6)

Al efectuar las correlaciones entre las poblaciones de *P. saccharicida* con las de *Z. pedestris* en el ingenio AGROAZUCAR, los indices de correlación no mostraron diferencias significativas entre las dos variables (Tabla 6).

Al analizar las poblaciones de la chinche asesina entre localidades utilizando el contraste de Chi cuadrado, se determinó que estas no están correlacionadas entre sí. Y que la influencia de *Z. pedestris* sobre las poblaciones de *P. saccharicida* dependerá de cada localidad.

Tabla 6. Coeficiente de correlación de Spearman, obtenidos de los análisis efectuados entre las poblaciones de *P. saccharicida* con las poblaciones de *Z. pedestris*, por cada localidad, 2021.

Correlaciones	Localidad	R	p-valor
Poblaciones de <i>P. saccharicida</i> vs <i>Z. pedestris</i>	San Carlos	0,84 **	0,0012
Poblaciones de <i>P. saccharicida</i> vs <i>Z. pedestris</i>	Valdez	0,80 **	0,01
Poblaciones de <i>P. saccharicida</i> vs <i>Z. pedestris</i>	AGROAZUCAR.	0,45 ns	0,14

Realizado por: Gualle, 2021



Figura 9. Adulto de *Z. pedestris*, alimentándose de su misma especie, comportamiento que ocurre cuando escasa el alimento.

Elaborado por: Gualle, 2021.

DISCUSIÓN

Los resultados sobre la duración del ciclo de *Z. pedestris*, en condiciones de laboratorio ($T. 27,1 \pm 1,3^{\circ}\text{C}$; $HR 74,4 \pm 5 \%$), fue menor a los registrados en otras especies de la familia Reduviidae. La duración desde que es colocado el huevo hasta la muerte del adulto fue de 95,8 días. Para el caso de *Z vespiformis* en condiciones de laboratorio el ciclo biológico fue de 112 días (Jiménez et al.,2020). Para *Z tetracanthus* fue de 118,3 días (Giraldo et al., 2013). Con respecto al periodo de incubación fue igual para *Z. pedestris* y *Z. tetracanthus*, con una duración de 9 días (Giraldo et al., 2013), pero muy diferente a *Z. vespiformes*, que tuvo una duración de 23 días (Jiménez et al. 2020). Estas diferencias pueden estar influenciadas por las temperaturas al momento de realizarse la biología. Los insectos son organismos poiquilotérmicos, es decir con temperaturas altas pueden reducir el ciclo de vida del insecto caso contrario lo alarga.

La supervivencia registrada en el periodo ninfal para *Z. pedestris* fue de 51 %, siendo mayor a la registrada en *Z. vespiformis* que fue de 11,75 % (Jiménez et al. 2020). Con relación a la longevidad de los adultos, *Z tetracanthus* fue mayor a *Z pedestris*, con una duración de 73 y 80 días para machos y hembras, en su orden (Rajan et al., 2017)

Las hembras de *Z. pedestris* tienen una fecundidad promedia de 165,8 huevos, superior a los registrados por Jimenez et al, (2020), con un promedio de 105 huevos por hembra. Sin embargo, estos resultados son menores a los obtenidos con *Z tetracanthus* criados con la polilla de arroz y *S. litura*, con una producción de 256 y 340,8 huevos, respectivamente (Rajan et al., 2017). Una explicación a los diferentes resultados obtenidos sobre la fecundidad sería posiblemente a su nutrición, las dietas con las que fueron alimentadas proporcionaron los requerimientos nutricionales que influenciaron en el aumento o disminución de la progenie.

Las ninfas de *Z. pedestris* permanecen juntas durante los primeros estados ninfales como una medida de protección de otros enemigos naturales. Conforme van creciendo se individualizan llevando una vida solitaria, comportamiento similar a los descrito por Bernd y Saraiva (2019), sobre *Zelus longipes*.

En lo referente a la capacidad depredadora se determinó que un adulto-hembra puede consumir un promedio total de 229 adultos; y un adulto macho un promedio de 300 adultos de perkinsiela, lo que equivale a un consumo de seis adultos de perkinsiela por día. Resultados semejantes obtenidos sobre *Z longipes*, al estimar un consumo promedio de cinco chinches *Bagrada*, una plaga importante en el cultivo del maíz (Hernández et al., 2018)

En las evaluaciones realizadas en campo para determinar la influencia que tiene *Z. pedestris* sobre las poblaciones del saltahoja *P. saccharicida*, se demostró que este organismo puede ayudar significativamente a regular poblaciones de la plaga, manteniéndolas en niveles que no causen daño económico. De esta manera se podría reducir o evitar el uso de pesticidas, manteniendo un equilibrio ecológico perdurable, lo que concuerda con lo expresado por Sahayaraj y Balasubramanian. (2016).

Los insectos pertenecientes a la familia Reduviidae son considerados como predadores generalistas, teniendo un amplio grupo de presas para consumir. Sin embargo, en este estudio se pudo observar que *Z. pedestris* tiene una amplia preferencia por consumir en especial adultos de *P. saccharicida*. Otro tipo de presas en el campo son los coccinélidos; sin embargo, tanto en campo como en laboratorio no mostró preferencia por el áfido amarillo. Lo que no concuerda con lo descrito por Kök et al., (2017), que manifiesta que *Z. longipes* controla poblaciones de áfidos.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en la presente investigación se emiten en las siguientes conclusiones.

- La especie de *Zelus* presente en el cultivo de la caña de azúcar y principal controlador biológico del saltahoja *P. saccharicida*, fue identificado como *Zelus pedestris*.
- Este insecto presenta una metamorfosis incompleta pasando por los estados de huevo, ninfa y adulto.
- En la fase de huevo tiene una duración que varía de 8 a 10 días, siendo el noveno día donde se observó el mayor porcentaje de eclosión. Tiene un alto porcentaje de viabilidad alcanzando hasta el 98 % de huevos eclosionados. Una característica que tiene este insecto al momento de ovipositar es que secreta una sustancia pegajosa al mismo tiempo que coloca sus huevos, lo que ayuda a mantener los huevos adheridos en una sola masa a la vez sirve como protección contra otros insectos.
- El periodo ninfal comprende cinco instares, con una duración promedio 46,6 días. Las ninfas son muy delicadas, si se las manipulas demasiado puede ocasionar una alta mortalidad.
- En la etapa adulta tuvo una longevidad de 47.9 días para los machos y 32.2 días para las hembras; comprende los periodos de pre-oviposición, reproductiva y post-reproductiva. Por lo general en la mayoría de los insectos tienen una proporción sexual en la que las hembras predominan, pero en esta biología los machos predominaron sobre las hembras, fenómeno que se pudo observar tanto en la laboratorio como campo.
- La importancia de *Zelus pedestris* radica en que es un predador muy voraz, en todo su ciclo de vida puede consumir un promedio de 563,9 ninfas y adultos de

P. saccharicida, ningún otro enemigo natural de esta plaga ha llegado a los niveles de control que tiene este predador.

- *Zelus pedestris* puede considerarse como uno de los enemigos naturales más importantes en las regulaciones poblacionales de perkinsiela, ayudado por la acción de otros enemigos naturales, como *Aprostocetus* sp. (parasitoide y depredador de huevos de perkinsiela), pudrición natural de huevos, arañas, golondrinas, etc.
- Según los análisis de correlación, las poblaciones de *Z. pedestris* influyeron de forma significativa en la incidencia en las poblaciones de *P. saccharicida*, en especial en los ingenios San Carlos y Valdez, con un coeficiente de determinación de 70.6 y 64.0%, respectivamente.
- A pesar de que *Z. pedestris* es un depredador generalista, este insecto no tiene preferencia por consumir áfidos (amarillo y blanco). Dicho comportamiento se ve reflejado tanto en campo como en laboratorio.

RECOMENDACIONES

- Determinar las medidas agronómicas necesarias que ayuden a conservar las poblaciones de *Z. pedestris*, con la finalidad que exista presencia de ella al momento de la aparición de la plaga, siendo más oportuno su control.
- Buscar alternativas para la cría masiva de *Z. pedestris*, y de esta manera ayudar a las poblaciones que se encuentran en forma natural en campo, realizando liberaciones apenas comiencen las primeras migraciones de *P. saccharicida* y evitar que esta plaga llegue a causar algún perjuicio al cultivo.
- El monitoreo debe realizarse de manera constante y oportuna., y así determinar los niveles poblacionales de la plaga como sus enemigos naturales. La aplicación de insecticidas solo debe realizarse cuando las poblaciones de la plaga hayan superado el umbral de daño económico. Con eso se evitaría que se produzcan nuevas generaciones dentro del cultivo y estas puedan infestar otros campos.

BIBLIOGRAFÍA

- Albano Araújo, V., Bacca, T., & Gomes Dias, L. (2021). Histología del tracto reproductor masculino del chinche depredador *Zelus longipes* (Heteróptera: Reduviidae). *Caldasia*, 43(1), 39-48.
- Almestar Palacios, M. C. L. (2018). Dinámica poblacional de las plagas y controladores biológicos en el cultivo de Chia (*Salvia hispánica* L.) en la Universidad Nacional de Piura 2015.
- Baena, M., & Santos, S. (2021). *Zelus renardii* Kolenati, 1857, primera cita en las Islas Canarias (Hemiptera, Reduviidae). *Revista gaditana de Entomología*, 12, 131-135.
- Barreto, M. R., & Mojena, P. A. (2014). La aparición de *Thyrinteina arnobia* (Stoll) (Lepidóptera: Geometridae) de Eucalyptus y su depredación por *Zelus armillatus* (Lepeletier y Serville) (Reduviidae: Harpactorinae). *EntomoBrasilis*, 7(1), 69-71.
- BERND, N. F. C., & SARAIVA, A. L. C. (2019). EXISTE COOPERAÇÃO ENTRE NINFAS DE *Zelus longipes* DURANTE A PREDACÃO?. *ANAIS DO ENIC*, (11).
- Carpintero, D. L., Farina, J. L., & de Biase, S. (2019). Reporte para la Provincia de Buenos Aires de tres especies de Heteroptera (Hemiptera) introducidas en Argentina.
- D'HERVÉ, F. E., Olave, A., & Dapoto, G. L. (2018). *Zelus renardii* (Hemiptera: Reduviidae: Harpactorinae: Harpactorini): first record from Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 77(1).
- Dos Santos, C. E. P., de Souza, J. R., Zanette, R. A., da Silva, F. J., & Strussmann, C. (2019). Bite Caused by the Assassin Bug *Zelus Fabricius*, 1803 (Hemiptera; Heteroptera: Reduviidae) in a Human. *Wilderness & environmental medicine*, 30(1), 63-65.

- Faúndez, E. I. (2015). La chinche asesina *Zelus renardii* (Kolenati, 1856) (Heteróptera: Reduviidae) en Chile: Comentarios después de 15 años de su llegada al país. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA)*, 57, 421-423.
- Falcón Trigozo, J. (2018). Evaluación de la incidencia de cinco insectos plaga en ocho variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en soca en Pardo Miguel–Naranjos.
- Ferguson, M. E., Berro, A. M., Lindenmayer, J. C., Singleton, C., & Royer, T. A. (2020). Development and Life History of *Zelus tetracanthus* Stål: A Potential Predator of *Diorhabda* spp. 2 in *Tamarix* spp. L. 3. *Southwestern Entomologist*, 45(1), 17-30.
- García, F.R.M., Gil-Santana, H.R. and Oliveira, J. (2021). *Zelus pedestris* (Hemiptera: Reduviidae): a new record of predator of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). *Brazilian Journal of Biology* [online]. 2023, v. 83 [Accessed 27 December 2021], e248341. Available from: <<https://doi.org/10.1590/1519-6984.248341>>. Epub 11 Oct 2021. ISSN 1678-4375. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.248341>.
- Goula, M. G., Lizana, F., & Núñez, A. M. (2019). New records of the Nearctic leafhopper assassin bug, *Zelus renardii* Kolenati, 1857 in the Iberian Peninsula (Hemiptera: Heteroptera: Reduviidae). *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 219-222.
- González, R. C., & Caballero, J. P. (2019). Insectos asociados al aguaymanto en Cerro Punta, Chiriquí-Panamá. *Aporte Santiaguino*, 12(2), 147-160.
- González, Y. N., Santana, I. A. R., & Luis, M. L. S. (2017). Entomofauna presente en la asociación frijol, trigo y maíz en la finca “la provechosa”, ciego de ávila. *Universidad & Ciencia*, 6(2), 42-52.
- Genus *Zelus* 2015. Recuperado 16 de agosto de 2021 <https://bugguide.net/node/view/4403/bgp?page?from=0>

- Gil-Santana H. R., Forero, D., & Weirauch, C. (2015). Assassin Bugs (Reduviidae excluding Triatominae). En A.R. Panizzi & J. Grazia (Eds), True Bugs (Heteroptera) of the Neotropics (pp. 307-351). Springer Netherlands
- Gil Rivero, A. E., & López Medina, S. E. (2017). Principales plagas y controladores biológicos de *Gossypium hirsutum* L." algodón nativo" de fibra verde en relación a su ciclo fenológico. *Arnaldoa*, 24(1), 359-368.
- Giraldo, M., GALINDO, L., Benavides, P., & Forero, D. (2013). *Aprenda a conocer las chinches depredadoras de plagas del café*. Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé).
- Hernández-Chávez, L., Salas-Araiza, M. D., Flores-Mejía, S., Martínez-Jaime, O. A., & Guzmán-Mendoza, R. (2018). Primer reporte de *Bagrada hilaris* (Burmeister, 1835) (Hemiptera: Pentatomidae) en Irapuato, Guanajuato. *Entomología Mexicana*, 5, 415-418.
- Hernandez, M., Masonick, P., & Weirauch, C. (2019). Crowdsourced online images provide insights into predator-prey interactions of putative natural enemies. *Food webs*, 21, e00126
- Jiménez, L. A. L., Giraldo-Jaramillo, M., & Benavides-Machado, P. (2020). Tabla de Vida de Ciclo de Vida y Fertilidad de *Zelus vespiformis* (Hemiptera: Reduviidae). *Revista Americana de Entomología*, 4(1), 10-16.
- Kök, Ş., Tomanović, Ž., Nedeljković, Z., Şenal, D., & Kasap, İ. (2020). Biodiversity of the natural enemies of aphids (Hemiptera: Aphididae) in Northwest Turkey. *Phytoparasitica*, 48(1), 51-61.
- Laiton, J., Giraldo, J., Forero, D., & Benavides, M. (2018). MORFOLOGÍA DE *Castolus lineatus* (Hemiptera: Reduviidae) DEPREDADOR DE *Monalonion velezungeli* (Hemiptera: Miridae).
- Lahbib, N., Picciotti, U., Sefa, V., Boukhris-Bouhachem, S., Porcelli, F., & Garganese, F. (2022). *Zelus renardii* Roaming in Southern Italy. *Insects*, 13(2), 158.
- Lozano, B. R., & de Dios, M. Á. G. (2018). The invasive species *Zelus renardii* (Kolenati, 1857) (Hemiptera, Reduviidae) in Spain and comments about its

global expansion. *Transactions of the American Entomological Society*, 144(3), 551-558.

Merlo Sánchez, M. (2021). Enfermedades microbianas en el olivar. <http://tauja.ujaen.es/jspui/handle/10953.1/14423>

Mendoza, J., Gualle, D., & GOMEZ, P. (2013). Guía para el reconocimiento y manejo de insectos plagas y roedores de la caña de azúcar, en Ecuador. Centro de Investigaciones de la caña de Azúcar del Ecuador. Tercera edición. El triunfo-Ecuador. 33 p

Mendoza, J. (2018). Experiencias sobre el control biológico en el cultivo de caña de azúcar en Ecuador. In P. Castillo, C., Montero, B. y Cuasapaz (Ed.), *Memorias del 1er Congreso de Control Biológico Aplicado* (pp. 12-15).

Mendoza, J. (2021). Experiencias sobre control biológico de *Perkinsiella saccharicida*, en caña de azúcar. Memoria del II Congreso de control biológico aplicado (pp 31-33)

Mendoza, J., & Gualle D., (2021). Management of the Sugarcane Leafhopper, *Perkinsiella saccharicida* (Hemiptera: Delphacidae), In Ecuador. *Sugar Journal*, 84 (3). 6-10

MAG. (2019). REGLAMENTO GENERAL DE LA LEY ORGANICA DE SANIDAD

Miranda-Salcedo, M. A., & Loera-Alvarado, E. (2019). Fluctuación poblacional de enemigos naturales de trips (Thysanoptera: Thripidae) asociados a limón mexicano (*Citrus aurantifolia* Swingle) en Michoacán. *Entomología Mexicana [en línea]*. *Sociedad Mexicana de Entomología*, 6, 151-155.

Murgas, A. S., Abrego, J. C., Añino, Y., & Ch, O. G. L. (2016). Notas sobre depredación de *Apiomerus hirtipes* (Hemiptera: Reduviidae) sobre abejas de la orquídea (Apidae: Euglossinae).

Navarrete, B., Carrillo, D., Reyes-Martinez, A. Y., Sanchez-Peña, S., Lopez-Arroyo, J., McAuslane, H., & Peña, J. E. (2014). Effect of *Zelus longipes* (Hemiptera: Reduviidae) on *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) and its parasitoid

- Tamarixia radiata (Hymenoptera: Eulophidae) under controlled conditions. *Florida Entomologist*, 1537-1543.
- Navarrete, B., Intriago, L., Peñaherrera, S., Terrero, P., Coello, D. V., & Herrera, M. (2016). Cría de depredadores del género *Podisus* usando *Spodoptera frugiperda* como alimento, bajo condiciones controladas. *La Técnica*, (16), 26-31.
- Navarrete Cedeño, J. B. (2018). Effect of *Zelus longipes* (Hemiptera: Reduviidae) on *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) and Its Parasitoid Tamarixia radiata (Hymenoptera: Eulophidae) under Controlled Conditions
- Núñez, A. M., Pradera, C., & Pujol, J. A. (2021). La problemática de las especies exóticas: el caso de las picaduras producidas por *Zelus renardii* Kolenati, 1857 (Hemiptera: Reduviidae) en España. *Arquivos Entomológicos*, (24), 133-138.
- Ordaz-Silva, S., Chacón-Hernández, J. C., Hernández-Juárez, A., Cepeda-Siller, M., Gallegos-Morales, G., & Landeros-Flores, J. (2014). Depredación de *Pselliopus latispina* (Hemiptera: Reduviidae) sobre *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Acta zoológica mexicana*, 30 (3), 500-507.
- Pinzari, M., Cianferoni, F., Martellos, S., & Dioli, P. (2018). *Zelus renardii* (Kolenati, 1856), a newly established alien species in Italy (Hemiptera: Reduviidae, Harpactorinae). *Fragmenta entomologica*, 50(1), 31-35.
- Poopat, P., & Maneerat, T. (2021). Prey preference and predation efficacy of *Sycanus collaris* (F.)(Hemiptera: Reduviidae) on *Tenebrio molitor* (L.)(Coleoptera: Tenebrionidae). *วารสารแก่นเกษตร*, 49(4), 1047-1058.
- Rajan, S. J., Suneetha, N., & Sathish, R. (2017). Biology and predatory behaviour of an assassin bug, *Sycanus collaris* (Fabricius) on rice meal moth, *Corcyra cephalonica* (Stainton) and leaf armyworm, *Spodoptera litura* (Fabricius). *Agriculture Update*, 12(5), 1181-1186.

- Rattu, A., & Dioli, P. (2020). Prima segnalazione di *Zelus renardii* (Kolenati, 1856) in Sardegna (Hemiptera, Reduviidae). *Revista gaditana de Entomología*, 11, 119-125.
- Speranza, S., Melo, M. C., Luna, M. G., & Virla, E. G. (2014). First record of *Zelus obscuridorsis* (Hemiptera: Reduviidae) as a predator of the South American tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Florida Entomologist*, 295-297.
- Sahayaraj K., Balasubramanian R. (2016) Reduviid: An Important Biological Control Agent. En: Cría artificial de depredadores reduviidas para el manejo de plagas. Springer, Singapur. https://doi.org/10.1007/978-981-10-2522-8_1
- Texas A&M. 2019. Field Guide to Common Texas Insects. Texas A&M Agrilife Extension. Disponible en: <https://texasinsects.tamu.edu/>
- Triplehorn, C & Jhonson, N. (2015). Estudo dos insetos. Tradução da 7ª edição de Borror and DeLong's introduction to the study of insects. 2ª edição brasileira. Sao Paulo-Brasil. P 419
- SENASICA. (2017). guía para la producción agrícola. Estados Unidos : SAGARPA
- Viera-Arroyo, W. F., Tello-Torres, C. M., Martínez-Salinas, A. A., Navia-Santillán, D. F., Medina-Rivera, L. A., Delgado-Párraga, A. G., ... & Jackson, T. (2020). Control Biológico: Una herramienta para una agricultura sustentable, un punto de vista de sus beneficios en Ecuador. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 8(2), 128-149.
- van der Heyden, T. (2017). First records of *Zelus renardii* (Kolenati, 1856) (Hemiptera: Heteroptera: Reduviidae: Harpactorinae) for Albania. *Arquivos entomológicos*, (18), 49-50.
- van der Heyden, T. (2018). First record of *Zelus renardii* Kolenati (Heteroptera: Reduviidae: Harpactorinae) in Israel. *Revista Chilena de Entomología*, 44(4).

- Van Lenteren, J. C., Bueno, V. H., Luna, M. G., & Colmenarez, Y. (Eds.). (2019). *Biological control in Latin America and the Caribbean: its rich history and bright future* (Vol. 12). CABI.
- Virla, E. G., Melo, C.M., & Speranza, S. (2015). Preliminary observations on *Zelus obscuridorsis* (Stål)(Hemiptera: Reduviidae) as predator of the corn leafhopper (Hemiptera: Cicadellidae) in Argentina. *Insectos*, 6(2), 508-513.
- Zhang, G., Hart, E. R., & Weirauch, C. (2016). A taxonomic monograph of the assassin bug genus *Zelus Fabricius* (Hemiptera: Reduviidae): 71 species based on 10,000 specimens. *Biodiversity data journal*, (4).

ANEXOS



Figura 10. Instalaciones de Centro de Investigaciones de la caña de azúcar del Ecuador CINCAE. 2021



Figura 11. Procedimiento como se realiza las evaluaciones en campo, para determinar la fluctuación poblacional de *P saccharicida* y *Z pedestris*. 2021.
Elaborado por: Gualle, 2021



**Figura 12. Cría de *Z Pedestrís*, en botellas plásticas. 2021-2022.
Elaborado por: Gualle, 2021**



**Figura 13. Revisión de datos tomados sobre la biología y fluctuación poblacional de *Z pedestris*, 2021-2022.
Elaborado por: Gualle, 2021**



Figura 14. Obtención de posturas de *Z. pedestris* en tubos de ensayos, 2021.
Elaborado por: Gualle, 2021



Figura 15. Jaulas usadas para la cría de *Z. pedestris*, izquierda (hasta ninfas del 3^{er} instar), derecha (4^{to} instar hasta muerte del adulto), 2021
Elaborado por: Gualle, 2021



**Figura 16. Jaula entomológica, con ninfas y adultos de *P. saccharicida*, 2021
Elaborado por: Gualle, 2021.**



**Figura 17. Registro de cambios de mudas y conteo del número de ninfas y adultos de *P. saccharicida*, predados en cada etapa de desarrollo de *Z. pedestris*, 2021.
Elaborado por: Gualle, 2021**

**Tabla 7. Duración del ciclo de vida (días) de *Z. pedestris*.
Elaborado: Gualle, 2021.**

Individuo	Periodo de incubación (días)	Periodo ninfal (días)					TOTAL
		Instar I	Instar II	Instar III	Instar IV	Instar V	
2	9	7	7	13	13	14	63
3	9	7	7	12	9	12	56
6	10	7	16	5	5	11	54
7	9	7	12	14	7	9	58
8	10	9	10	11	10	7	57
9	10	8	13	12	7	7	57
12	8	8	9	9	9	7	50
13	9	7	7	12	10	11	56
15	9	7	12	7	7	7	49
16	9	7	6	5	10	13	50
17	9	7	11	7	7	10	51
18	9	8	5	5	8	13	48
19	9	8	5	18	12	12	64
22	9	11	7	9	12	11	59
24	9	8	12	13	12	11	65
25	9	7	11	7	9	9	52
29	9	8	11	7	13	9	57
30	9	8	9	8	9	14	57
33	9	11	7	6	8	11	52
34	9	9	10	11	7	9	55
35	9	7	12	18	9	9	64
38	9	9	7	8	8	9	50
39	9	8	11	9	10	9	56
40	9	13	8	9	10	8	57
41	9	9	7	10	8	9	52
42	9	12	14	11	14	12	72
43	10	9	8	10	10	9	56
44	10	12	12	8	10	9	61
49	10	7	10	6	8	12	53
52	10	9	12	11	8	12	62
53	10	7	8	8	9	8	50
57	10	8	11	10	5	9	53
60	9	7	8	6	8	10	48
61	9	7	14	8	14	8	60
64	9	8	6	6	9	10	48
Promedio	9,2	8,3	9,6	9,4	9,3	10,0	55,8
Máximo	10	13	16	18	14	14	72
Mínimo	8	7	5	5	5	7	48
SD	0,5	1,6	2,8	3,3	2,3	2,0	5,6
% Viabilidad	97,9	100,0	94,0	74,5	97,1	85,3	60

**Tabla 8. Dimensiones (mm) de los huevos de *Z pedestris*, 2021
Elaborado por. Gualle, 2021.**

Huevo N°	Largo	Ancho
1	1,3	0,4
2	1,3	0,5
3	1,4	0,5
4	1,4	0,5
5	1,4	0,4
6	1,3	0,4
7	1,4	0,4
8	1,5	0,5
9	1,4	0,4
10	1,3	0,4
11	1,2	0,3
12	1,3	0,4
13	1,3	0,5
14	1,3	0,4
15	1,4	0,4
16	1,3	0,5
17	1,3	0,4
18	1,5	0,4
19	1,4	0,4
20	1,2	0,4
21	1,3	0,5
22	1,4	0,4
23	1,4	0,4
24	1,4	0,4
25	1,5	0,5
26	1,3	0,4
27	1,3	0,5
28	1,4	0,5
29	1,4	0,5
30	1,4	0,4
31	1,3	0,4
32	1,4	0,4
33	1,5	0,5
34	1,4	0,4
35	1,3	0,4
36	1,2	0,3
37	1,3	0,4
38	1,3	0,5
39	1,3	0,4
40	1,4	0,4

Huevo N°	Largo	Ancho
41	1,3	0,5
42	1,3	0,4
43	1,5	0,4
44	1,4	0,4
45	1,2	0,4
46	1,3	0,5
47	1,4	0,4
48	1,4	0,4
49	1,4	0,4
50	1,5	0,5
Total	67,80	21,40
Promedio	1,36	0,43
Máximo	1,50	0,50
Mínimo	1,20	0,30
SD	0,08	0,05

**Tabla 9. Dimensiones (mm) de los diferentes estados ninfales de *Z. pedestris*, 2021.
Elaborado por. Gualle, 2021**

Individuo	Largo (mm)					Ancho (mm)				
	Instar I	Instar II	Instar III	Instar IV	Instar V	Instar I	Instar II	Instar III	Instar IV	Instar V
1	1,5	2,8	3,9	7,0	9,5	0,5	0,6	0,8	1,1	1,7
2	1,6	2,8	4,3	6,6	9,0	0,4	0,8	0,7	1,1	1,5
3	1,5	2,9	4,3	5,8	7,0	0,4	0,8	0,8	0,9	1,2
4	1,5	3,0	4,2	7,1	9,0	0,4	0,7	0,7	1,0	1,5
5	1,6	3,2	4,1	5,9	9,7	0,4	0,9	0,6	0,9	1,5
6	1,6	2,6	4	5,8	7,5	0,3	0,6	0,6	0,9	1,0
7	1,5	3,0	4,1	6,2	9,0	0,4	0,6	0,7	0,9	1,3
8	1,5	3,1	4,1	6,5	8,8	0,4	0,7	0,7	1,2	1,5
9	1,5	2,8	4,4	6,7	8,6	0,5	0,5	1,0	1,2	1,0
10	1,4	2,7	3,9	5,8	7,5	0,4	0,5	0,7	0,9	0,9
11	1,5	3,1	4,2	6,5	7,2	0,3	0,7	0,8	1,1	1,0
12	1,5	2,8	4,1	6,7	7,0	0,4	0,5	0,7	1,0	0,9
13	1,6	3,0	3,9	6,0	9,0	0,5	0,7	0,6	1,0	1,6
14	1,5	2,9	4,4	6,5	9,0	0,4	0,6	1,0	1,2	1,7
15	1,6	3,6	4,1	6,5	9,2	0,3	0,7	0,9	0,7	1,5
16	1,9	3,0	3,9	6,6	9,5	0,6	0,5	0,6	1,0	1,5
17	1,8	3,0	4,2	6,5	9,0	0,6	0,5	0,8	1,2	1,4
18	1,8	3,1	4,5	6,5	8,8	0,5	0,6	0,9	1,0	1,3
19	1,7	3,1	4,6	6,7	7,5	0,4	0,7	1,2	1,2	1,1
20	1,8	3,1	3,7	6,5	9,5	0,4	0,7	0,6	1,1	1,5
Total	31,90	59,60	82,90	128,40	171,30	8,50	12,90	15,40	20,60	26,60
Promedio	1,6	3,0	4,1	6,4	8,6	0,4	0,6	0,8	1,0	1,3
Máximo	1,90	3,60	4,60	7,10	9,70	0,6	0,9	1,2	1,2	1,7
Mínimo	1,40	2,60	3,70	5,80	7,00	0,3	0,5	0,6	0,7	0,9
SD	0,1	0,2	0,2	0,4	0,9	0,1	0,1	0,2	0,1	0,3

**Tabla 10. Dimensiones (mm) de adultos machos y hembras de *Z pedestris*, 2021.
Elaborado por: Gualle, 2021**

Individuo	Macho		Hembra	
	Largo	Ancho	Largo	Ancho
1	10,5	1,1	12,5	2,1
2	10,7	1,8	14,3	2,2
3	10,7	2,1	13,6	2,9
4	11,0	1,8	13,4	3,0
5	11,4	1,9	12,3	2,3
6	11,0	1,8	13,5	2,6
7	11,0	1,6	13,3	2,2
8	11,7	1,8	12,6	2,6
9	10,4	1,9	12,5	2,5
10	11,1	1,9	12,8	2,8
11	10,3	1,8	12,6	2,5
12	11,2	1,7	13,0	2,5
13	10,9	1,7	12,9	2,4
14	11,5	1,8	12,9	2,6
15	10,0	2,0	12,5	2,3
16	10,9	1,7	13,2	2,6
17	11,5	2,0	12,7	2,5
18	10,2	1,6	14,3	2,2
19	10,8	1,6	13,4	3,0
20	10,9	1,5	13,5	2,6
Total	217,70	35,10	261,80	50,40
Promedio	10,89	1,76	13,09	2,52
Máximo	11,70	2,10	14,30	3,00
Mínimo	10,00	1,10	12,30	2,10
SD	0,5	0,2	0,6	0,3

Tabla 11. Capacidad de presas consumidas de *Z. pedestris*, durante el periodo larval en condiciones de laboratorio, 2021.

Elaborado por: Gualle, 2021

Individuo N°						Total
	Instar I	Instar II	Instar III	Instar IV	Instar V	
2	2	8	29	53	84	176
3	3	8	28	55	76	170
6	4	20	41	45	60	170
7	3	19	35	59	69	185
8	2	7	42	48	63	162
9	2	20	33	42	47	144
12	3	10	36	60	70	179
13	3	13	53	63	95	227
15	3	18	39	56	104	220
16	2	8	41	58	66	175
17	2	7	27	57	62	155
18	2	7	25	48	57	139
19	3	10	51	68	70	202
22	4	12	25	66	97	204
23	2	8	22	54	100	186
24	3	13	38	65	69	188
25	2	8	27	52	80	169
29	3	8	25	40	79	155
30	2	8	45	52	64	171
33	4	12	36	60	70	182
34	2	25	35	58	89	209
35	6	21	59	67	98	251
38	2	13	25	54	97	191
39	3	10	37	47	77	174
40	5	15	31	64	64	179
41	2	15	28	56	85	186
42	3	16	29	50	58	156
43	4	22	61	47	62	196
44	4	31	41	47	95	218
49	3	12	44	55	75	189
Total	88,0	404,0	1088,0	1646,0	2282,0	5508,0
Promedio	2,9	13,5	36,3	54,9	76,1	183,6
Máximo	5	31	61	68	104	251
Mínimo	2	7	22	40	47	139
SD	1,0	6,1	10,2	7,4	15,2	24,9

Tabla 12. Capacidad de presas consumidas por *Z pedestris*, durante la fase adulta, en condiciones de laboratorio, 2021.
Elaborado por: Gualle, 2021

N°	N° Presas-consumidas	
	Hembra	Macho
1	204	105
2	131	113
3	149	
4	113	54
5	187	43
6	155	24
7	162	99
8	270	214
9	182	272
10	236	122
11	368	204
12	590	259
13		364
14		279
15		389
16		474
17		433
18		426
19		411
20		564
21		531
22		592
23		580
24		655
Total	2747	7270
Promedio	228,9	302,9
Máximo	590	655
Mínimo	113	24
SD	72,9	200,5

**Tabla 13. Longevidad (días) de los adultos de *Z. pedestris*, en condiciones de laboratorio (T.27.1 ± 1.3°C; HR 74.4 ± 5 %), 2021.
Elaborado por: Gualle, 2021.**

N°	Longevidad (días)	
	Hembra	Macho
1	29	16
2	24	18
3	21	11
4	20	11
5	22	14
6	22	7
7	26	19
8	38	36
9	30	40
10	31	21
11	49	29
12	73	42
13		47
14		42
15		57
16		65
17		56
18		67
19		77
20		71
21		89
22		96
23		103
24		115
Total	385	1149
Promedio	32,1	47,9
Sd	15,3	31,9
Máximo	73	115
Mínimo	20	7

Tabla 14. Número de huevos/hembra, por oviposición y número de oviposiciones por hembra, en condiciones de laboratorio, 2021.

Elaborado por: Gualle, 2021.

N°	N° Huevos/hembra	N° Huevos/oviposición	N° oviposiciones/hembra
1	147	36,8	4
2	98	32,7	3
3	76	38,0	2
4	93	31,0	3
5	68	34,0	2
6	83	27,7	3
7	167	33,4	5
8	174	43,5	4
9	187	37,4	5
10	197	39,4	5
11	268	38,3	7
12	432	43,2	10
Total	1990	435,3	53
Promedio	165,8	36,3	4,4
Sd	103,4	4,7	2,3
Máximo	432	44	10
Mínimo	68	28	2

Tabla 15. Fluctuación poblacional de *P. saccharicida* y sus enemigos naturales, en condiciones de campo. Lote 010805, variedades EC-09. Ingenio San Carlos, 2021.

Elaborado por: Gualle, 2021.

Fecha de evaluación	PERKINSIELLA			ENEMIGOS NATURALES									
				Zelus			Arañas	Cris.	Aprost.	Ent.	Met.	Hirs.	Fusar
	Nfa.Peq.	Nfa.Gde.	Adultos	N°post	Ninfa	Adulto							
02,09,21	1,4	0,0	96,1	0,2	1,3	1,6	0,8	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
09,09,21	8,6	0,0	33,5	0,7	3,8	1,8	1,5	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
17,09,21	19,8	0,0	8,1	0,2	7,8	0,8	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
23,09,21	10,9	0,0	1,1	0,6	9,1	0,4	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01,10,21	2,2	0,0	0,0	0,0	1,9	0,3	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
09,10,21	0,6	0,0	0,1	0,0	0,5	0,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15,10,21	0,0	0,0	0,9	0,0	0,2	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
22,10,21	0,0	0,0	0,9	0,0	0,1	0,6	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
28,10,21	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	0,5	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11,11,21	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
24,11,21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

**Tabla 16. Fluctuación poblacional de *P. saccharicida* y sus enemigos naturales, en condiciones de campo. Cantero 01-061. Ingenio Valdez, 2021.
Elaborado por: Gualle, 2021.**

Fecha de evaluación	PERKINSIELLA			ENEMIGOS NATURALES									
				Zelus			Arañas	Cris.	Aprost.	Ent.	Met.	Hirs.	Fusar
	Nfa.Peq.	Nfa.Gde.	Adultos	N°post	Ninfa	Adulto							
07,09,21	9,4	0,0	1,8	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15,09,21	4,1	0,0	0,1	0,0	0,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
22,09,21	1,2	0,0	0,2	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
29,09,21	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
06,10,21	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13,10,21	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
21,10,21	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
28,10,21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12,11,21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
25,11,21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

**Tabla 17. Fluctuación poblacional de *P. saccharicida* y sus enemigos naturales. en condiciones de campo. Cantero Cochancay110. Ingenio AGROAZUCAR, 2021.
Elaborado por: Gualle, 2021.**

Fecha de evaluación	PERKINSIELLA			ENEMIGOS NATURALES									
				Zelus			Arañas	Cris.	Aprost.	Ent.	Met.	Hirs.	Fusar
	Nfa.Peq.	Nfa.Gde.	Adultos	N°post	Ninfa	Adulto							
16,08,21	0,0	0,0	66,5	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
26,08,21	0,0	0,0	60,6	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30,08,21	0,0	0,0	28,4	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
06,09,21	0,0	0,0	7,6	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13,09,21	23,8	0,0	1,0	0,1	1,1	0,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
21,09,21	19,2	0,1	0,4	0,0	0,8	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30,09,21	2,1	0,3	3,3	0,0	0,1	0,7	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
06,10,21	0,6	0,2	3,7	0,0	0,6	0,9	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13,10,21	0,0	0,1	3,4	0,0	0,2	0,8	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
21,10,21	4,7	0,0	3,9	0,0	0,8	0,5	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
27,10,21	5,9	0,0	2,6	0,0	0,9	0,3	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
04,11,21	0,8	0,0	0,4	0,0	0,1	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18,11,21	0,5	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Nfa. Peq= ninfa pequeña; **Nfa Gde**= ninfas grandes; **N° post**= Número de posturas;
Cris= crisopa; **Aprost**= Aprostocetus; **Ent.** =*Entomophthora* sp; **Met**=*Metarhizium anisopliae*; **Hirs**= *Hirsutella tompsoni*; **fusar**= *Fusarium* sp.